



DSPACE

<https://dspace.org/>

**Contribution à l'étude de la composition nutritionnelle
des poissons du lac Tanganyika. Cas de *Lucioides*
stappersii et *Trematocara marginatum***

Niyoyankunze, Augustin; Sous la direction de : Pr Dr Ir Niyukuri Jonathan

2025-02

UB, FABI

<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2345>

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE D'AGRONOMIE ET DE BIO-INGENIERIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE DES ALIMENTS



**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA COMPOSITION NUTRITIONNELLE
DES POISSONS DU LAC TANGANYIKA (COTE BURUNDI) : CAS DU
Luciolates stappersii (MUKEKE) ET DU *Trematocara marginatum* (ISEZA)**

Par :

NIYOYANKUNZE Augustin

Mémoire Présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention d'un diplôme de Master en

Sciences et Technologie des Aliments

Spécialité : Gestion de la qualité des produits agro-alimentaires

Sous la direction de : Pr Dr Ir NIYUKURI Jonathan

BUJUMBURA, FEVRIER 2025

*Contribution à l'étude de la composition nutritionnelle des poissons du lac Tanganyika. Cas de
Luciolates stappersii et Trematocara marginatum*

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY

Président : Pr KAKANA Pascal ;

Directeur : Pr Dr Ir NIYUKURI Jonathan ;

Secrétaire : M Sc NIMBONA Gilbert.

DEDICACES

A Dieu Tout Puissant ;

A mon regretté père ;

A ma mère ;

A ma chère épouse ;

A mes frères et sœurs ;

A mes oncles et tantes ;

A mes cousins et cousines ;

Je dédie ce mémoire.

NIYOYANKUNZE Augustin.

REMERCIEMENTS

Ce travail est le fruit des efforts conjugués de différents soutiens et collaborations. Je remercie tout d'abord le Dieu Tout Puissant, qui m'a donné la bonne santé, le courage, la force et la patience pour l'achèvement de ce travail mémoire. Mes sincères remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à sa réalisation.

Ma plus grande gratitude va à mes parents pour m'avoir toujours poussé à faire de mon mieux. Mes vifs remerciements s'adressent aussi d'une manière plus particulière au directeur et promoteur de ce mémoire, Pr Dr. Ir. NIYUKURI Jonathan pour m'avoir accueilli et encadré avec générosité. Ses riches conseils, sa disponibilité malgré ses nombreuses occupations, ses encouragements, sa rigueur et son expérience scientifiques me furent précieux.

Je tiens à remercier également les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer et d'apporter leur contribution pour le perfectionnement de ce travail.

Que toutes les personnes qui m'ont enseigné depuis l'école primaire jusqu'au mastère, spécialement les professeurs de l'université du Burundi, Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie au département de Sciences et Technologie des Aliments trouvent leur contribution dans l'accomplissement de ce travail.

RESUME

Le poisson est l'un des produits alimentaires de haute valeur nutritionnelle. La faible consommation du poisson du lac Tanganyika est due à son coût élevé ainsi qu'à sa composition nutritionnelle jusqu'ici non encore ou moins connue. C'est dans cette optique qu'a été menée cette étude afin d'analyser la composition nutritionnelle du *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum*, deux espèces de poissons endémiques du lac Tanganyika. Pour ce, une enquête a été menée dans les provinces de Rumonge et Makamba puis différentes analyses physico-chimiques ont été effectuées dont l'extraction des lipides au laboratoire de chimie de la faculté des sciences de l'Université du Burundi et l'analyse des acides gras au laboratoire des sols et produits agro-alimentaires de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi. Les teneurs en minéraux ont été déterminées au laboratoire d'International Livestock Research Institute au Kenya. Des résultats trouvés, 95% du poisson consommé provient directement du lac Tanganyika, les techniques de traitement du poisson les plus utilisées sont le fumage (36%) et le séchage (31%) ; le *Lucioides stappersii* est le deuxième poisson le plus consommé (22,73 %) après le *Stolothrissa tanganyicae* (46,4 %). Les analyses des lipides ont prouvé que le *Lucioides stappersii* et le *Trematocara marginatum* ont des teneurs moyennes de 12,81 % et 15,31 %, et ont des teneurs en eau de $74,11 \pm 2,06$ % et $70,01 \pm 1,44$ % respectivement. Il a également été trouvé pas mal d'acides gras dont les plus importants sont les acides gras polyinsaturés oméga 3 (ω -3) et oméga 6 (ω -6) de grande utilité sur le plan thérapeutique comme l'acide linoléique (ω -6), l'acide eicosapentaénoïque (ω -3) et l'acide eicosatétraénoïque ou acide arachidonique (ω -6) avec des teneurs moyennes respectives de $6,68 \pm 0,27$ % , $5,53 \pm 0,31$ %, $7,82 \pm 0,06$ % pour le *Lucioides stappersii* et $6,43 \pm 0,34$ % , $5,65 \pm 0,30$ % et $7,73 \pm 0,44$ % pour le *Trematocara marginatum*. Différents éléments minéraux ont été analysés dont le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium, le calcium, le fer, le zinc et ont été trouvés respectivement dans des proportions (en mg/kg) variant de $16.102 \pm 558,51$ à $23657 \pm 1084,26$, $1056 \pm 100,50$ à $1283 \pm 88,66$, $9109 \pm 168,86$ à $9697 \pm 1023,79$, $2117 \pm 191,44$ à $3180 \pm 145,37$, $23937 \pm 162,23$ à $29217 \pm 1709,12$, $73,7 \pm 2,76$ à $98 \pm 1,67$, $30,9 \pm 1,92$ à $57 \pm 3,12$ dans le *Lucioides stappersii*, tandis qu'elles varient respectivement de $31100 \pm 91,85$ à $40998 \pm 503,22$, $1689 \pm 84,45$ à $1802 \pm 94,94$, $5878 \pm 81,18$ à $7188 \pm 461,50$, $2168 \pm 217,40$ à $3606 \pm 357,42$, $42528 \pm 491,06$ à $52488 \pm 462,41$, $694 \pm 44,24$ à $767 \pm 37,36$, $91 \pm 19,97$ à $172 \pm 16,37$ dans le *Trematocara marginatum*. Ainsi, la présente étude nous a permis d'élucider une grande importance socio-économique et nutritionnelle de ces deux espèces de poissons.

Mots clés : *Lucioides stappersii*, *Trematocara marginatum*, composition nutritionnelle.

ABSTRACT

Fish is one of the food products with high nutritional value. The low consumption of fish from Lake Tanganyika is due to its high cost as well as its nutritional composition, which is still unknown or less known. It is with this in mind that this study was conducted to analyze the nutritional composition of *Lucioides stappersii* and *Trematocara marginatum*, two species of fish endemic to Lake Tanganyika. For this, a survey was conducted in the provinces of Rumonge and Makamba and then various physicochemical analyses were carried out including the extraction of lipids in the chemistry laboratory of the Faculty of Sciences of the University of Burundi and the analysis of fatty acids in the laboratory of soils and agri-food products of the Institute of Agronomic Sciences of Burundi. The mineral contents were determined in the laboratory of the International Livestock Research Institute in Kenya. From the results found, 95% of the fish consumed comes directly from Lake Tanganyika, the most used fish processing techniques are smoking (36%) and drying (31%); *Lucioides stappersii* is the second most consumed fish (22.73%) after *Stolothrissa tanganyicae* (46.4%). Lipid analyses have proven that *Lucioides stappersii* and *Trematocara marginatum* have average contents of 12.81% and 15.31%, and have water contents of $74.11 \pm 2.06\%$ and $70.01 \pm 1.44\%$ respectively. It was also found quite a few fatty acids, the most important of which are the polyunsaturated fatty acids omega 3 (ω -3) and omega 6 (ω -6) of great therapeutic utility such as linoleic acid (ω -6), eicosapentaenoic acid (ω -3) and eicosatetraenoic acid or arachidonic acid (ω -6) with respective average contents of $6.68 \pm 0.27\%$, $5.53 \pm 0.31\%$, $7.82 \pm 0.06\%$ for *Lucioides stappersii* and $6.43 \pm 0.34\%$, $5.65 \pm 0.30\%$ and $7.73 \pm 0.44\%$ for *Trematocara marginatum*. Different mineral elements were analyzed including phosphorus, magnesium, potassium, sodium, calcium, iron, zinc and were found respectively in proportions (in mg/kg) varying from $16,102 \pm 558.51$ to $23,657 \pm 1084.26$, 1056 ± 100.50 to 1283 ± 88.66 , 9109 ± 168.86 to 9697 ± 1023.79 , 2117 ± 191.44 to 3180 ± 145.37 , $23,937 \pm 162.23$ to $29,217 \pm 1709.12$, 73.7 ± 2.76 to 98 ± 1.67 , 30.9 ± 1.92 to 57 ± 3.12 in *Lucioides stappersii*, while they vary respectively from 31100 ± 91.85 to 40998 ± 503.22 , 1689 ± 84.45 to 1802 ± 94.94 , 5878 ± 81.18 to 7188 ± 461.50 , 2168 ± 217.40 to 3606 ± 357.42 , 42528 ± 491.06 to 52488 ± 462.41 , 694 ± 44.24 to 767 ± 37.36 , 91 ± 19.97 to 172 ± 16.37 in *Trematocara marginatum*. Thus, the present study allowed us to elucidate a great socioeconomic and nutritional importance of these two species of fish.

Keywords : *Lucioides stappersii*, *Trematocara marginatum*, nutritional composition

TABLE DES MATIERES

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY	i
DEDICACES	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUME	iv
ABSTRACT	v
TABLE DES MATIERES.....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS.....	x
AVANT PROPOS	xi
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	5
I.1. Historique de la pêche.....	5
I.2. Bref aperçu sur le lac Tanganyika	6
I.3. Généralités sur les poissons	7
1.3.1. Définition.....	7
1.3.2. La valeur nutritionnelle du poisson	7
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES.....	11
II.1. Présentation du milieu d'étude	11
II.2. Population cible	12
II.3. Matériel.....	12
II.3.1. Outils d'analyse et de collecte des données	12
II.3.2. Matériel d'échantillonnage et de laboratoire	12
II.4. Méthodes de collecte des données et des échantillons	14
II.4.1. Collecte des données	14
II.4.2. Récolte des échantillons.....	14
II.5. Les méthodes d'analyses chimiques	14
II.5.1. Détermination de la teneur en eau.....	14
II.5.2. Détermination de la teneur en lipides totaux.....	15
II.5.3. Détermination de la teneur en acides gras	15

II.5.4. Détermination de la teneur en éléments minéraux	17
II.6. Analyse des données.....	18
CHAPITRE III : PRESENTATION ET DISCUSSIONS DES RÉSULTATS	18
III.1. Présentation et discussions des résultats de l'enquête.....	18
III.1.1. Analyse du métier du répondant	18
III.1.2. Analyse du poisson le plus consommé	19
III.1.3. Analyse des sources d'approvisionnement du poisson consommé	20
III.1.4. Analyse des techniques de conservation du poisson	21
III.1.5. Analyse du poisson le plus apprécié par le goût.....	22
III.1.6. Analyse des méthodes de transformation du poisson.....	23
III.1.7. Analyse de préférence entre le poisson et la viande	24
III.2. Présentation et discussions des résultats d'analyses de la composition physico-chimique du <i>Lucioides stappersii</i> et du <i>Trematocara marginatum</i>	25
III.2.1. Présentation et discussions des résultats d'analyses de la teneur en eau et en lipides des espèces de poissons étudiées	25
III.2.2. Présentation et discussions des résultats d'analyses de la teneur en acides gras des espèces de poissons étudiées	26
III.2.3. Présentation et discussions des résultats d'analyses de la teneur en éléments minéraux des espèces de poissons étudiées	30
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	39
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	41
ANNEXE.....	49

LISTE DES TABLEAUX

Table 1 : Teneur en acides aminés essentiels de protéines d'origine animale.....	8
Table 2 : Quelques minéraux présents dans le muscle des poissons	10
Table 3 : Principales plages de pêche sur le lac Tanganyika.....	11
Table 4 : Conditions chromatographiques	16
Table 5 : Teneur en eau et en lipides (par rapport à la matière sèche) des échantillons de poissons	25
Table 6 : Teneur en acides gras des espèces de poissons étudiées (en %).	26
Table 7 : Résultats d'Analyse de la composition en éléments minéraux du Luciolates stappersii	30
Table 8 : Teneurs en éléments minéraux du Trematocara marginatum.....	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les différents métiers des personnes enquêtées	18
Figure 2 : Poisson le plus consommé (%).....	19
Figure 3 : Sources d'approvisionnement du poisson consommé.....	20
Figure 4 : Techniques de conservation du poisson	21
Figure 5 : Poisson le plus apprécié par le goût (en %)......	22
Figure 6 : Technique de transformation du poisson.....	23
Figure 7 : Préférence entre le poisson et la viande	24

LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS

AGVSAN	: Analyse Globale de la Vulnérabilité, de la Sécurité Alimentaire et de la Nutrition ;
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists;
FAMES	: Fatty Acid Methyl Ester;
FAO	: Food and Agriculture Organization;
FIDA	: Fonds International de Développement Agricole ;
g	: gramme;
GC	: Gas Chromatography;
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé ;
ONU	: Organisation des Nations Unies ;
PAM	: Programme Alimentaire Mondial

AVANT PROPOS

Ce mémoire est l'aboutissement d'un parcours académique combinant des recherches scientifiques, des enquêtes de terrain et des réflexions critiques sur un sujet d'une importance capitale : la composition nutritionnelle des poissons du lac Tanganyika, spécifiquement le *Lucioides stappersii* (Mukeke) et le *Trematocara marginatum* (Iseza).

À travers cette étude, nous avons voulu mettre en lumière la richesse nutritionnelle de ces espèces endémiques souvent constituant une ressource précieuse pour les communautés riveraines. Dans un contexte d'insécurité alimentaire au Burundi, mieux comprendre la valeur nutritive des produits halieutiques locaux représente un levier important pour améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle de la population.

Ce travail s'inscrit également dans une démarche de valorisation des ressources naturelles locales et de sensibilisation à une consommation alimentaire plus informée, équilibrée et durable. Il ne s'agit donc pas seulement d'une étude scientifique, mais aussi d'un engagement personnel et professionnel pour contribuer, à mon échelle, au développement socio-économique de mon pays.

Je souhaite que ce mémoire serve non seulement aux chercheurs et décideurs, mais aussi aux acteurs de terrain œuvrant dans le domaine de la nutrition, de la pêche et du développement communautaire

INTRODUCTION GENERALE

Le rôle essentiel des systèmes alimentaires aquatiques pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle est de plus en plus reconnu aujourd'hui (FAO, 2024). Les poissons et les produits de la pêche constituent une denrée alimentaire importante dans le commerce international en raison de sa demande de consommation toujours croissante. Le poisson contribue à la sécurité alimentaire globale à la fois comme source de nourriture mais aussi comme revenu pour soutenir des moyens de subsistance (Touati et Senouci, 2022).

Selon la (FAO, 2014), la consommation de poissons a subi des changements majeurs, passant d'une moyenne de 9,9 kg dans les années 1960 à 14,4 kg dans les années 1990 et 18,8 kg en 2011. La production et la consommation de poisson et de produits de la pêche ont augmenté dans le monde au fil des années (Sheng & Wang, 2021). Selon Rhea, 2009, cette hausse du taux de production et consommation du poisson est due à sa composition en protéines de haute qualité, autres nutriments essentiels, acides gras oméga 3 ainsi que sa faible teneur en matières grasses par rapport aux autres viandes.

Le poisson, qu'il provienne de l'aquaculture ou des stocks sauvages marins ou dulcicoles, est toujours une source fondamentale de protéines et de nutriments essentiels, et ses qualités nutritionnelles ainsi que ses autres vertus pour la santé sont de plus en plus reconnues (Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition, 2014).

Le fait de consommer du poisson, même en petite quantité, peut avoir des effets positifs significatifs sur l'état nutritionnel des consommateurs pauvres partout dans le monde (FIDA, 2020). La consommation de poisson peut aider les consommateurs à prévenir diverses maladies telles que la tension artérielle, les maladies coronariennes, le cancer, les maladies inflammatoires et à rester en bonne santé, car le poisson peut fournir des acides gras hautement insaturés (HUFA) oméga-3, des acides eicosapentaénoïque (EPA) et docosahexaénoïque (DHA), ainsi que des acides aminés (Abraha et al., 2018).

Selon le rapport de FIDA, 2020, le rôle joué par le poisson est d'autant plus important dans les pays à faible revenu qu'il contient la plupart des vitamines et des minéraux nécessaires pour combler certaines des carences les plus graves et les plus répandues.

Les produits alimentaires d'origine aquatique apportent 17% environ des protéines animales selon FAO (2022) ; cela représentait environ 15 pour cent de l'apport en protéines animales à l'échelle mondiale et plus de 50 pour cent à l'échelle de plusieurs pays d'Asie et d'Afrique (FAO, 2024).

Le poisson contribue à environ 60 % de l'approvisionnement mondial en protéines et 60 % des pays en développement tirent plus de 30 % de leurs protéines animales du poisson (Emikpe et *al.*, 2011).

En Afrique et en Asie du Sud, le poisson représente plus de la moitié de la consommation de protéines pour les 400 millions de personnes les plus pauvres (Roesel, 2018).

Que l'approvisionnement alimentaire soit insuffisant ou abondant, il est essentiel que les gens sachent utiliser au mieux leurs ressources afin de se procurer des aliments variés et de bonne qualité (FAO, 2015). La connaissance et la pratique au sein des ménages des techniques de stockages et de la transformation des aliments, des principes de base de la nutrition et des soins appropriés aux enfants sont des facteurs principaux de l'utilisation efficace des aliments (PAM, 2023). Une bonne compréhension des fonctions des nutriments est particulièrement importante pour prévenir et contrôler les carences nutritionnelles spécifiques ainsi que la malnutrition protéino-énergétique (FAO, 2002).

En Afrique sub-saharienne, en 2006, la consommation de poisson était la plus basse dans toutes les régions et c'était la seule partie du monde où elle était en train de diminuer. Les raisons principales étaient la fluctuation des captures de pêche ainsi que la croissance de la population (FAO, 2006).

Même s'il est de plus en plus reconnu qu'une alimentation saine et durable est essentielle, il manque toujours un énoncé argumenté et bien défini pour promouvoir celle-ci (ONU, 2021).

La plupart des acteurs de la chaîne de valeur de la pêche et de l'aquaculture dont les politiques mais aussi les propriétaires des sociétés d'exportation et des usines de transformations, sans oublier les pêcheurs considèrent le poisson davantage comme une ressource valorisable économiquement que comme un aliment (Leport, 2017).

Des espèces d'animaux qu'abrite le lac Tanganyika, les poissons pourraient constituer la ressource alimentaire la plus importante susceptible de combler les déficits protéiques tout en sachant qu'il est souvent la seule source de protéines accessible par la grande population pour les régions proches du lac Tanganyika dont la ville de Bujumbura (ACCT, 1993).

*Contribution à l'étude de la composition nutritionnelle des poissons du lac Tanganyika. Cas de *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum**

Même si le Burundi a à sa disposition le lac Tanganyika riche en poisson de grande valeur nutritionnelle, le niveau d'insécurité alimentaire ne cesse de monter car la majorité des gens savent que l'homme a besoin de manger pour avoir la force de travailler, mais ce n'est pas tout le monde qui connaît ce que signifie exactement « bien manger » et comment y parvenir avec peu de ressources (Kanyamuneza, 2016). Selon Mahwane (2023), l'insécurité alimentaire était de 27,8% en 2008, 32% en 2014, 44,6% en 2018 et à 41,2% en 2023 au Burundi. Le même auteur stipule que 41,2 % des ménages, soit 5 398 685 personnes (sur la base de la population de 2023), sont en situation d'insécurité alimentaire dans le pays selon les données de l'AGVSAN 2023.

Au Burundi, la consommation des produits halieutiques est d'environ 2kg/personne/an, tandis qu'elle est de 8 kg/personne /an pour l'Afrique alors qu'il est recommandé 20 kg/personne/an (République du Burundi, 2018).

C'est dans l'optique d'apporter notre contribution dans la lutte contre cette insécurité alimentaire qui prévaut dans notre pays surtout en donnant une idée concrète de la valeur ajoutée de la consommation du poisson que nous avons mené cette étude d'analyse de la composition nutritive des poissons du lac Tanganyika plus particulièrement les espèces de *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum*.

Ainsi, nous nous sommes posé les questions de recherche suivantes :

- Quelle est la valeur nutritionnelle des poissons *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum* du lac Tanganyika ?
- Quels sont les taux d'humidité, de lipides, d'acides gras et d'éléments minéraux présents dans les poissons *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum* ?
- Existe-t-il des différences significatives dans la composition nutritionnelle du *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum* entre les plages KARONDA, MVUGO et MAGARA ?
- Quelle est l'importance socio-économique de *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum* pour les populations riveraines ?

Pour cela, nous avons mené une enquête pour avoir des données socio-économiques puis nous avons récolté les échantillons de ces poissons sur les plages de MVUGO, KARONDA, MAGARA afin de déterminer leurs teneurs en eau, en lipides, en acides gras et en sels minéraux.

*Contribution à l'étude de la composition nutritionnelle des poissons du lac Tanganyika. Cas de *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum**

Le présent travail s'articule sur deux parties : La première partie porte sur les synthèses bibliographiques sur le poisson, la deuxième partie comporte l'étude expérimentale de notre travail, la conclusion et les recommandations.

But et intérêt du sujet

Notre étude s'inscrit dans le cadre de la contribution à l'étude sur la composition chimique de deux espèces de poissons du lac Tanganyika dont le *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum*; plus spécifiquement l'évaluation de la place qu'occupe le poisson en général et plus particulièrement le *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum* dans l'alimentation de base de la population de KARONDA, MVUGO, MAGARA ainsi que la détermination de la composition nutritive de ces deux espèces de poissons.

Ainsi, nous nous sommes intéressés à leurs teneur en eau, en lipides, en acides gras et en éléments minéraux de ces espèces de poisson.

La connaissance de la valeur nutritive de ces espèces de poisson va inciter les consommateurs en général et la population burundaise en particulier à améliorer leur éducation nutritionnelle surtout concernant la consommation du poisson tout en ayant une idée sur sa valeur nutritive tout en répondant aux besoins nutritionnels spécifiques selon les catégories des consommateurs. Notre étude va inciter aussi les acteurs de la chaîne de valeur du poisson à prendre toutes les précautions pour accroître sa production.

CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Historique de la pêche

La pêche est une source vitale de nourriture, de nutriments et d'emplois pour des millions de personnes (FIDA, 2020). Elle se pratique dans le lac Tanganyika depuis des temps immémoriaux (Kanyaro, 1998).

D'après le module de pêche de capture de la FAO, 2015, la pêche de capture forme un système qui lie les poissons, le milieu aquatique (la mer, le lac ou la rivière) avec les hommes car les poissons sont capturés, transformés, vendus et mangés.

Avec l'évolution technologique, les produits capturés dans l'eau peuvent être traités à bord dans les bateaux, il s'agit de la pêche industrielle qui, comme d'autres secteurs industriels, a connu, depuis le 19^e siècle une évolution considérable (Zacharie, 2020).

La pêche contribue au bien-être des populations en leur procurant une alimentation très nutritive et, de nos jours, elle génère des emplois et apporte des revenus importants pour les individus, les communautés et les économies nationales (Cardiec, 2022).

La consommation globale du poisson a augmenté considérablement allant de 9 kg par habitant en 1961 à 20,5 kg par habitant en 2018 (Sheng & Wang, 2021). La production des pêches et de l'aquaculture a atteint le record absolu de 223,2 millions de tonnes et un apport alimentaire aquatique d'origine animale évalué à 20,7 kilogrammes par habitant en 2022 (FAO, 2024).

Cette production du poisson était globalement estimée à 179 millions de tonnes en 2018 dont 156 millions de tonnes pour la consommation humaine et 22 millions de tonnes pour la production de la farine et de l'huile de poisson (FAO, 2020).

I.2. Bref aperçu sur le lac Tanganyika

Le lac Tanganyika est le deuxième lac plus profond et plus ancien, deuxième lac le plus diversifié au monde (après le lac Baïkal), contenant environ 18 % de toute l'eau douce de surface au monde (Kapepula, 2015). Sa structure thermique physique, liée au climat, détermine son environnement chimique et biologique (Zulu et *al.*, 2009). Le lac Tanganyika est l'un des plus anciens et des plus profonds de notre planète présentant un très haut degré d'endémisme (Unesco, 1995).

Ce lac est très renommé grâce à une pêche économiquement importante qui y est pratiquée, aussi parce qu'il constitue un moyen de communication par quatre principaux ports (Bujumbura, Kigoma, Kalemie et Mpulungu) (Sindayihebura, 2024).

Etant situé entre le Burundi, la République Démocratique du Congo, la Tanzanie, et la Zambie, le lac Tanganyika est très connu pour le nombre important d'espèces endémiques (Okito et *al.*, 2017). Ce lac comprend la plus grande diversité de poissons cichlidés en termes de morphologie, écologie et styles de reproduction (Sefc & Sturmbauer, 2008).

Plus de 1200 espèces d'organismes ont été trouvées dans le lac Tanganyika ce qui le place en deuxième position le plus diversifié au monde (Patterson et Makin., 1998). D'après Coulter et *al.* (1991), dans le lac Tanganyika, les poissons forment le groupe d'animaux le mieux représenté avec 287 espèces, classées dans 20 familles et 98 genres dont 172 espèces appartiennent à la famille des cichlidae avec une majorité d'espèces endémiques.

La pêche pélagique du lac Tanganyika est basée sur les espèces des clupéidés *Stolothrissa tanganyicae* et son prédateur principal, le centromopidés *Lates stappersii* (Mannini et *al.*, 1999). L'abondance de *Stolothrissa tanganyicae* et *Lates stappersii* comme deux principales espèces de poisson pélagiques dans le lac Tanganyika a toujours été observée comme fluctuant considérablement à différentes échelles de temps (Zulu et *al.*, 2009).

Malheureusement, des menaces liées aux activités humaines et l'exploitation des ressources peuvent causer facilement des dommages au lac et à ses ressources (Ntakimazi, 1995). Ces menaces sont variées et incluent l'eutrophisation et/ou pollution causée par les activités domestiques, industrielles et agricoles, les effluents de diverses natures, etc. (Ndiokubwayo, 2005). L'agriculture intense ainsi que les pratiques culturelles inadaptées sont la source de dégradation et d'érosion qui polluent le lac (Ntakarutimana, 2020).

I.3. Généralités sur les poissons

1.3.1. Définition

Les poissons sont généralement définis comme des vertébrés aquatiques utilisant des branchies pour extraire l'oxygène de l'eau et disposant de nageoires comprenant un nombre variable d'éléments, appelés rayons, qui en constituent l'armature (Thurman et Weber, 1984)

Selon la FAO et OMS, (2010), le poisson est tout animal aquatique vertébré et invertébré à sang froid (ectothermiques) dont le métabolisme dépend de la température de l'eau qui l'entoure.

Un poisson ne possède pas de poumons qui lui serviraient à respirer dans l'eau mais des branchies qui absorbent l'eau et filtrent l'oxygène nécessaire à son sang.

Il existe deux grandes familles de poisson à savoir (Séraphin 2019):

- Les poissons dits osseux représentant une large famille et dotés d'un squelette et d'arêtes distinctes ;
- Les poissons dits cartilagineux dont les deux représentants sont les requins ou squales et les raies (la raie présente des arêtes soudées entre elles par du cartilage, à ne pas confondre avec les poissons plats appelés aussi pleuronectes).

1.3.2. La valeur nutritionnelle du poisson

Le poisson joue un rôle majeur dans l'alimentation humaine, fournissant au moins 20 % de l'apport en protéines d'un tiers de la population mondiale, et la dépendance est plus élevée dans les pays en développement (Bene et *al.*, 2007).

Selon Roos et *al.* (2003), outre les protéines, le poisson est également une riche source d'huiles bénéfiques pour la santé, dont les acides gras polyinsaturés (AGPI) oméga (ω)-3. En plus d'être une riche source de protéines et d'huile, le poisson, en particulier les petits poissons indigènes appelés Small Indigenous Fishes (SIF), est riche en micronutriments et pourrait jouer un rôle déterminant dans l'éradication des maladies dues aux carences en micronutriments qui prévalent dans les pays en développement

La composition chimique du poisson varie selon les saisons, les zones géographiques, les stades de maturité et la taille (Leduc, 2020).

D'après une étude menée par Sikorski et *al.* (1990), 98% des éléments nutritifs trouvés dans le poisson sont les lipides et les protéines, et les autres constituants mineurs comprennent les glucides, les vitamines et les minéraux. Selon Médale (2005), la chair du poisson contient en

moyenne 70 à 80% d'eau, 16 à 22% de protéines, et des lipides en quantité très variable allant de 0,5 à 20% selon les espèces et leurs alimentations. La chair est très pauvre en glucides, sous forme de glycogène, sa teneur est généralement inférieure à 1%. La teneur en collagène est faible, habituellement inférieur à 3% (Regost, 2001).

De plus, la chair des poissons se distingue des autres animaux producteurs des viandes à la fois par l'organisation structurale des muscles et par ses composants (Médale, 2009).

a. Les protéines

Les protéines de poisson contiennent tous les acides aminés essentiels et, comme le lait, les œufs et les protéines de viande des mammifères, elles ont une valeur nutritive très élevée.

Table 1 : Teneur en acides aminés essentiels de protéines d'origine animale

Acides aminés	Poisson	Lait	Boeuf	Oeuf
Lysine	8.8	8.1	9.3	6.8
Tryptophane	1.0	1.6	1.1	1.9
Histidine	2.0	2.6	3.8	2.2
Phénylalanine	3.9	5.3	4.5	5.4
Leucine	8.4	10.2	8.2	8.4
Isoleucine	6.0	7.2	5.2	7.1
Thréonine	4.6	4.4	4.2	5.5
Méthionine- cystéine	4.0	4.3	2.9	3.3
Valine	6.0	7.6	5.0	8.1

Source: Séraphin, 2019.

Dans les régimes à base de céréales qui sont habituellement pauvres en lysine ou en acides aminés soufrés tels que la méthionine et la cystéine, un apport supplémentaire de poisson peut augmenter significativement la valeur nutritive (Abdullahi et *al.*, 2001).

La pêche pratiquée dans le lac Tanganyika est d'importance capital dans le ravitaillement des populations en protéines animales (Sindayigaya et *al.*, 1990).

b. Les lipides

Le poisson, en plus d'être important dans l'alimentation humaine, ses acides gras restent l'objet d'intenses recherches scientifiques en raison des nombreux bienfaits qui leur sont attribués pour la santé (Rahman et *al.*, 1995).

Les lipides de poisson se distinguent des lipides d'autres animaux ou de végétaux par leur forte teneur en acides gras polyinsaturés (AGPI) de la série des oméga 3, notamment les acides eicosapentaénoïque (EPA) et docosahexaénoïque (DHA) possédant des propriétés nutritionnelles recherchées et sont impliqués dans la prévention des maladies cardiovasculaires, cancéreuses et inflammatoires (Rose et Connolly, 1999).

La teneur et la composition lipidique des poissons varient avec l'âge, le cycle sexuel, l'alimentation et les facteurs environnementaux tels que la température et la salinité de l'eau (Corraze et Kaushik, 1999).

Chez le poisson, il existe plusieurs sites de dépôts lipidiques dont les principaux sont le foie, le muscle, le tissu adipeux périviscéral et le tissu adipeux sous cutané (Sheridan, 1988).

Selon Cahu et *al.* (2003), les lipides sont présents sous deux formes dans les muscles des poissons :

- Lipides polaires ou phospholipides (lipides de structure) : Ce sont les composants majeurs des membranes cellulaires, leur teneur et leur composition sont relativement constantes contiennent également du cholestérol.
- Lipides neutres ou lipides de réserve sont constitués essentiellement par des triglycérides.

La teneur en triglycéride est extrêmement variable en fonction de l'espèce, de l'âge, de la taille des poissons, de leur état de maturité sexuelle et du contenu énergétique de leur alimentation (Médale, 2008).

Médale, 2009 stipule que les poissons peuvent être répartis en trois groupes en fonction de la capacité du tissu musculaire à stocker les lipides :

- Poissons maigres dont la teneur en lipides dans le muscle est inférieure à 1% ;
- Poissons gras dont la teneur en lipides dans le muscle est supérieure à 5% ;
- Poissons « intermédiaires » ou semi-gras dont la teneur en lipides est comprise entre 1 et 5.

c. Les glucides

La teneur en glucides dans le muscle du poisson est faible et est influencée par les conditions de capture, qui peut conduire à l'épuisement des réserves de glycogène et ainsi à une diminution du niveau de glucide (Schulz et *al.*, 2005). Dans les conditions anoxiques post mortem, le glycogène continu d'être métabolisé, résultant de l'augmentation de l'acide lactique avec l'abaissement du pH (Leduc, 2020) .

d. Vitamines et sels minéraux

La teneur en vitamines et en sels minéraux est spécifique aux espèces et peut, de plus, varier selon la saison. En général, la chair de poisson est une bonne source de vitamines B et également, dans le cas des espèces grasses, de vitamines A et D. La chair du poisson est considérée comme une source appréciable de calcium et de phosphore en particulier mais également de fer, cuivre et sélénium. Les poissons d'eau de mer ont une forte teneur en iode (Maage et *al.*, 1991).

Les minéraux remplissent plusieurs rôles dans l'organisme des êtres vivants dont l'équilibre acido-basique, le bon fonctionnement de l'organisme. Les causes d'une déficience en éléments minéraux sont notamment la malnutrition, la malabsorption, le saignement excessif, la maladie rénale, les états pathologiques, etc. (Murray et *al.*, 1995).

Table 2 : Quelques minéraux présents dans le muscle des poissons

Elément	Moyenne (mg/100g)	Intervalle (mg/100g)
Sodium	72	30-134
Potassium	278	19-502
Calcium	79	19-881
Magnésium	38	4,5-452
Phosphore	190	68-550

Source : Leduc, 2020

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

II.1. Présentation du milieu d'étude

Le milieu d'étude de notre travail comprend les plages Mvugo située dans la commune de Nyanza-Lac (province de Makamba), plage Karonda de la commune Rumonge (Province Rumonge) ainsi que la plage Magara de la commune Bugarama (Province Rumonge).

Nous avons choisi ces trois plages car ils y débarquent un nombre élevé d'unités de pêche par rapport à d'autres sites du pays et la plus grande quantité de poissons vendus au Burundi proviennent de ces plages.

Selon Nahayo (2010), la pêche se pratique le long du lac Tanganyika sur une longueur côtière de 159km.

Les principales plages de débarquement se répartissent dans les 3 provinces du littoral à savoir Bujumbura-Rural, Bururi et Makamba comme le montre le tableau suivant :

Table 3 : Principales plages de pêche sur le lac Tanganyika

Province	Commune	Localité
Bujumbura	Mutimbuzi	Kajaga
	Kanyosha	Kanyosha
	Kabezi	Nyamugari
		Kabezi
	Muhuta	Gitaza
	Bugarama	Magara
Rumonge	Rumonge	Minago
		Kagongo
		Kizuka
		Rumonge
		Karonda
Makamba	Nyanza-Lac	Muguruka
		Mvugo
		Nyanza-Lac
		Kabonga

II.2. Population cible

Nous avons mené notre enquête socio-économique sur la population des communes de Nyanza-Lac puis Rumonge et Bugarama situées respectivement en province Makamba et Rumonge. La taille de notre échantillon était de 300 personnes comprenant des pêcheurs, patron-pêcheurs, cultivateurs, chauffeurs et autres en vue de déterminer les statistiques de base sur les poissons du lac Tanganyika.

II.3. Matériel

Le matériel utilisé dans notre étude était constitué des outils d'analyse et de collecte des données, ainsi que ceux utilisés pour l'échantillonnage et l'analyse au laboratoire.

II.3.1. Outils d'analyse et de collecte des données

- Questionnaire d'enquête : Un questionnaire a été conçu et utilisé pour recueillir des informations pertinentes auprès des enquêtés, permettant de collecter systématiquement les données ;
- Fiches d'enquête : utilisées pour organiser et structurer les données obtenues afin de faciliter leurs traitement et l'analyse.
- Appareil téléphonique : Un appareil téléphonique a été utilisé pour prendre des photos sur le terrain ainsi que les échantillons à analyser.
- Ordinateur portable : utilisé pour enregistrer les données et les l'analyser statistiquement.
- Logiciels : Les logiciel Excel et SPSS 20 ont été utilisés pour traiter les données.

II.3.2. Matériel d'échantillonnage et de laboratoire

- Gants propres : utilisés pour prélever avec propreté des échantillons de poissons ;
- Les bacs à glaçon : utilisés pour assurer une bonne conservation et sécurité pendant le transport des échantillons des différentes plages vers le laboratoire ;
- Couteaux : pour le découpage et l'éviscération des poissons ;
- Bassins et seaux : utilisés pour le lavage des échantillons ;
- Assiettes : Des assiettes ont été utilisées comme supports temporaires lors du traitement ou de l'analyse des échantillons, facilitant leur manipulation en laboratoire ;
- Etuves : ont été utilisés pour stériliser le matériel utilisé et maintenir les échantillons à une température contrôlée pendant le séchage des échantillons, assurant des conditions optimales pour les réactions chimiques ;

- Broyeur mécanique : Un broyeur mécanique a été utilisé pour réduire les échantillons en poudre afin de faciliter les analyses chimiques ;
- Spatule : a été utilisé pour prélever une quantité voulue de l'échantillon en poudre pour différentes analyses ;
- Balance analytique : nous l'avons utilisée pour mesurer avec précision le poids des échantillons, un élément essentiel dans toute analyse quantitative ;
- Cartouche : nous a servi de contenant de l'échantillon en poudre dont nous avons extraits les lipides ;
- Ouate : a été utilisé pour couvrir l'échantillon dans le cartouche afin de le pas être emporté avec le solvant ;
- Manteau chauffant : a été utilisé pour chauffer à température bien précise le solvant servant d'extraction des lipides dans l'échantillon en poudre ;
- Ballon : récipient utilisé pour contenir des liquides des échantillons et des réactifs lors des analyses chimiques ;
- Solvants : ont été utilisés pour extraire les lipides contenus dans notre échantillon en poudre ;
- Soxhlet : Un appareil Soxhlet a été utilisé pour l'extraction continue de composés des échantillons solubles dans des solvant organiques ;
- Statif : a servi à soutenir divers équipements de laboratoire ;
- Spectromètre d'Absorption : nous a aidé dans la mesure de la concentration des constituants des échantillons en fonction de leur capacité à absorber des longueurs d'ondes ;
- Évaporateur rotatif : a été utilisé pour recueillir les solvants par évaporation afin de les séparer des lipides extraits ;
- Fioles jaugées : Des fioles jaugées ont été utilisées pour préparer des solutions avec une précision volumétrique, garantissant la fiabilité des mesures ;
- Le réfrigérateur : Un réfrigérateur a été utilisé pour conserver les échantillons à basse température afin de préserver leur intégrité avant analyse.

II.4. Méthodes de collecte des données et des échantillons

II.4.1. Collecte des données

Nous avons commencé la partie expérimentale par une enquête qui a été conduite dans les communes de Nyanza-Lac, province de Makamba ainsi que les communes de Rumonge et Bugarama de la province de Rumonge.

On a élaboré un questionnaire d'enquête qui nous a servi d'outils de collecte des données.

II.4.2. Récolte des échantillons

Nous avons récolté des échantillons sur différentes plages afin d'avoir des résultats consistants. Les plages sur lesquelles les échantillons ont été collectés sont celles où une grande partie des poissons pêchés pourraient provenir. Ces plages sont Magara, Karonda et Mvugo situées respectivement dans les communes Bugarama, Rumonge et Nyanza-Lac.

Après avoir collecté les échantillons, nous les avons transportés dans des glacières et amenés au laboratoire de physico-chimie de la Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie à Bujumbura (FABI) où ils ont été disséqués, éviscérés et subis un séchage. Après leur séchage, ils ont été pesés, broyés et acheminés au laboratoire d'analyse chimique du département de chimie de l'université du Burundi, au laboratoire des sols et produits agro-alimentaires de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU), ainsi que le laboratoire d'International Livestock Research Institute (ILRI) au Kenya en vue d'effectuer des analyses physico-chimiques.

II.5. Les méthodes d'analyses chimiques

II.5.1. Détermination de la teneur en eau

Selon par la méthode AOAC (2019), les échantillons ont été pesés (P_0) à l'aide d'une balance de précision. Ils ont été séchés dans une étuve à 75°C pendant 24 h et à la sortie de l'étuve les échantillons ont été pesés (P_1) ; la teneur en eau a été déterminée selon la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau} = \left(\frac{P_0 - P_1}{P_0} \right) \times 100$$

Où

P_0 = Poids de l'échantillon avant séchage

P_1 = Poids de l'échantillon après séchage

II.5.2. Détermination de la teneur en lipides totaux

Les lipides totaux ont été extraits par Soxhlet avec de l'hexane comme solvant. Après évaporation du solvant dans un ballon, le résidu est pesé à l'aide d'une balance de précision.

Le ballon, le Soxhlet et le réfrigérant sont assemblés et placés dans le manteau chauffant (graisser les rodages avec de la graisse de silicone).

Le manteau chauffant est mis en service et le chauffage réglé de telle manière que 6 à 8 extractions soient réalisées par heure.

Après 6 heures d'extraction, on arrête le chauffage et on laisse revenir à température ambiante. L'appareillage est démonté et l'hexane contenu dans le Soxhlet transvasé dans le ballon.

Le ballon contenant l'éther de pétrole et les matières grasses est connecté à un appareillage à distiller rodé et l'hexane est distillé.

Selon Kapepula, 2015, la quantité de matières grasses (MG) exprimée en % est donnée par la relation suivante:

$$\% \text{ lipides totaux} = \frac{M_2}{M_1} \times 100$$

Où

M_1 : la masse de l'échantillon en grammes

M_2 : la masse des lipides extraites

II.5.3. Détermination de la teneur en acides gras

Les analyses des teneurs en acides gras ont été effectuées dans le laboratoire de l'International Livestock Research Institute (ILRI) avec la méthode officielle AOAC 996.06. Dans la procédure d'analyse, on a commencé par la saponification et méthylation suivies de la chromatographie en phase gazeuse et la spectrométrie de masse et puis on a procédé aux calculs et expressions des résultats.

A. Saponification et méthylation

1. Pipeter 0,25 ml de solutions d'échantillon dans un tube de centrifugeuse à bouchon à vis de 15 ml. Ajouter 3 ml de NaOH 0,5 N dans le méthanol. Remplacer le bouchon et secouer le tube ;
2. Placer le tube dans un bain-marie à 85-100°C pendant 5-10 minutes, puis laisser refroidir ;
3. Sous une hotte, ajouter 0,3 ml de trifluorure de bore (BF₃). Secouer et chauffer à 85-100°C pendant 10-15 minutes, puis laisser refroidir ;

Contribution à l'étude de la composition nutritionnelle des poissons du lac Tanganyika. Cas de *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum*

4. Ajouter 4 ml d'hexane ;
5. Ajouter 2 ml de solution saturée de NaCl, secouer vigoureusement puis centrifuger à 2500 tr/min pendant 5 minutes, ou laisser reposer jusqu'à ce que la couche d'hexane (en haut) se sépare de la phase aqueuse (en bas) ;
6. Transférer la couche supérieure dans un tube à essai ;
7. Ajouter une petite quantité de Na₂SO₄ anhydre ;
8. Transférer 0,7 ml de l'échantillon dans un flacon d'échantillon à vis pour GC.

Table 4 : Conditions chromatographiques

Instrument	Agilent GC		
Logiciel	Workstation		
Introduction de l'échantillon	Manuel - Seringue (10 µl)		
Température du port d'injection	280 °C		
Colonne	VF5-MS (5% Phényl méthylpolysiloxane), 30 m x 0,25 mm id, 0,25 µm film		
Programme de température du four GC	Augmentation	Température	Temps de maintien
		50	0
	4	180	0
	3	250	0
	56 mins		
Temps total d'analyse	1ml/min.		
Débit du gaz porteur	1 µl		
Volume d'injection de l'échantillon			
Paramètres du spectromètre de masse à piège ionique	50-450	Température de la ligne de transfert	250
Plage de scan (m/z)	EI	Température du manifold	100
Température de la ligne de transfert	3	Température du piège	150

B. Calcul et expression des résultats

1. Calculer les indices de rétention linéaire de Kovats des esters méthyliques des acides gras à l'aide de la formule suivante pour la chromatographie programmée en température.

$$I = 100 \times \left(n + \frac{(t_{r(inconnu)} - t_{r(n)})}{t_{r(N)} - t_{r(n)}} \right)$$

Où :

I = indice de rétention de Kovats

n = nombre d'atomes de carbone dans l'alcane n le plus petit

N = nombre d'atomes de carbone dans l'alcane n le plus grand

tr = temps de rétention

2. Identifier les esters méthyliques des acides gras dans l'échantillon en comparant chaque spectre de masse obtenu avec la bibliothèque NIST et aussi en comparant les indices de rétention linéaire de Kovats calculés avec ceux obtenus dans une base de données pour la même phase stationnaire de colonne capillaire.

3. Utiliser la formule suivante pour déterminer le pourcentage de surface des FAMES :
% Surface de chaque acide gras = $A_x \times 100 / A_T$

Où :

A_x = surface de chaque ester méthylique d'acide gras

A_T = surface totale de tous les esters méthyliques d'acides gras

100 = facteur de conversion pour exprimer les résultats en pourcentage

II.5.4. Détermination de la teneur en éléments minéraux

Les teneurs en éléments minéraux ont été analysées au laboratoire des sols et produits agro-alimentaires de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) et déterminées selon la méthode officielle AOAC (2019). La méthode de digestion des échantillons par voie sèche a été d'usage où 10 g de prise d'essai de chaque échantillon et pour chaque élément ont été pesés, séchés, broyés et utilisés pour les analyses. La teneur des éléments est obtenue par dosage au spectrophotomètre d'adsorption atomique (AAS). Les résultats ont été exprimés en mg pour 1000 g d'échantillons (mg/1000g).

II.6. Analyse des données

Les analyses statistiques des résultats obtenus ont été effectuées à l'aide de la statistique 20 d'IBM SPSS. Une analyse de variance (ANOVA) a été effectuée, pour calculer les différences significatives au niveau des données au seuil $\alpha = 0,05$. L'ANOVA a été complétée par le test de comparaison multiple de Duncan, pour déceler les niveaux de différence et les résultats ont été exprimés sous forme de valeurs moyennes $\pm$ Ecart Type (E.T).

CHAPITRE III : PRESENTATION ET DISCUSSIONS DES RÉSULTATS

III.1. Présentation et discussions des résultats de l'enquête

III.1.1. Analyse du métier du répondant

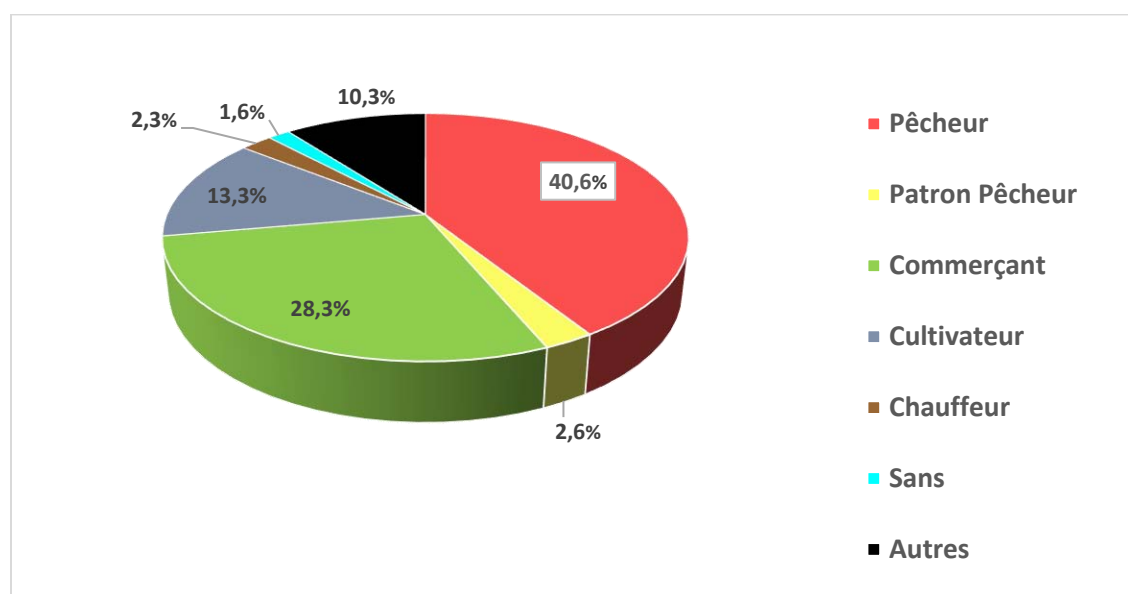


Figure 1 : Les différents métiers des personnes enquêtées

Le graphique nous montre que :

- 40,6 % de la population étaient des pêcheurs ;
- 28,3 % de la population étaient des commerçants ;
- 13,3 % la population étaient cultivateurs ;
- 10,3 de la population exerçaient d'autres métiers ;
- 2,6% de la population étaient des Patrons-pêcheurs ;
- 2,3% de la population étaient des chauffeurs ;

- 1,6% de la population étaient des sans-emplois.

Les résultats de la figure 1 illustrent que la pêche est l'activité principale (40,6 %) exercée dans notre zone d'étude. Le fait que la pêche soit l'activité prédominante pourrait être due au fait que cette zone d'étude est riveraine du lac Tanganyika. Des études menées par d'autres chercheurs comme Musumari et *al.* (2021) et Njiru et *al.* (2020) confirment que le pêche constitue un moyen de subsistance pour la majorité de la population riveraine du lac Tanganyika respectivement à 38 et 50 %.

III.1.2. Analyse du poisson le plus consommé

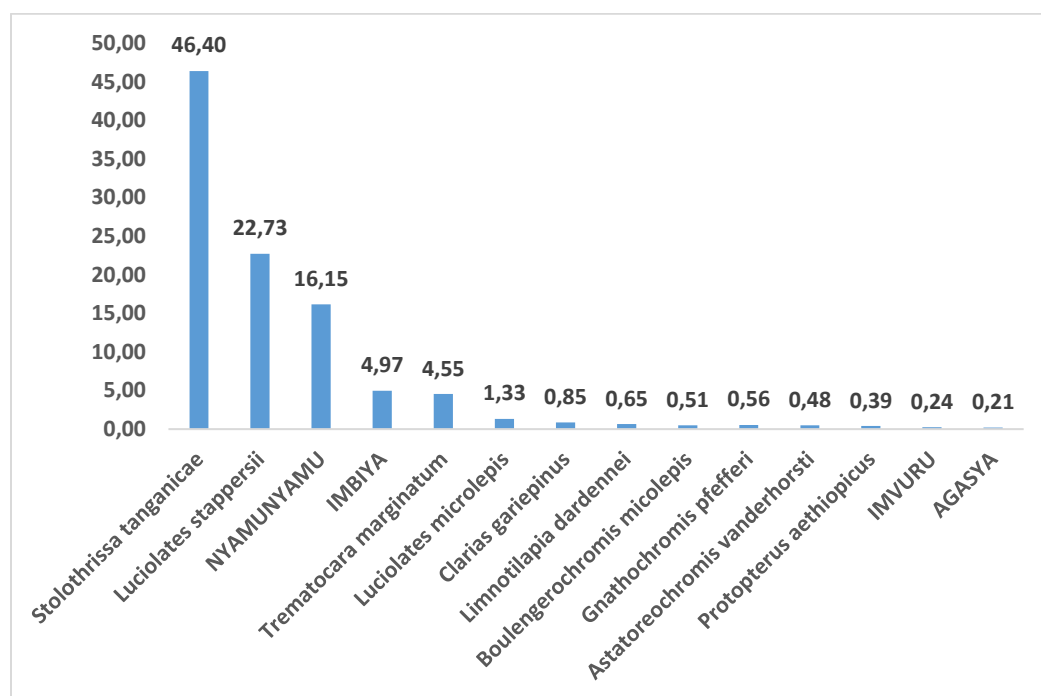


Figure 2 : Poisson le plus consommé (%)

Comme le graphique 2 le montre, le *Lucioides stappersii* vient en deuxième position parmi les poissons les plus consommés (22.73%), tandis *Trematocara marginatum* est le cinquième poisson le plus consommé (4.55%). Cette consommation élevée de ces espèces de poissons serait causée par leurs qualités gustatives appréciables par rapports aux autres.

Des études menées par d'autres chercheurs comme Fermon et Jonas, 2022 et Keyzer, 2019 confirment cette préférence du *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum* par sa chair savoureuse.

III.1.3. Analyse des sources d'approvisionnement du poisson consommé

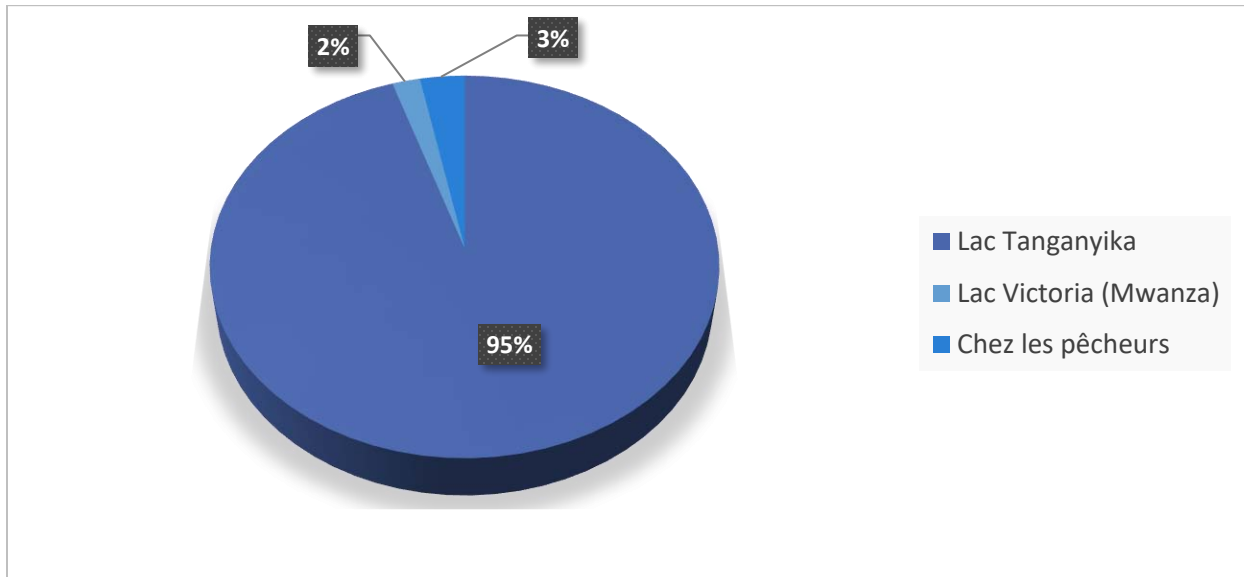


Figure 3 : Sources d'approvisionnement du poisson consommé

Le graphique suivant indique que :

- 95% des personnes enquêtées s'approvisionnent en poissons sur le lac Tanganyika ;
- 3% des personnes enquêtées achètent les poissons aux pêcheurs ;
- 2% des personnes enquêtées s'approvisionnent en poissons pêchés dans le lac Victoria.

De cette répartition de la figure 3, il ressort que les poissons consommés dans notre zone d'étude proviennent principalement du lac Tanganyika. Cet approvisionnement majoritairement en provenance du lac Tanganyika aurait comme cause la majorité de la population enquêtée vit près du lac. Ces résultats concordent avec ceux trouvés dans une étude faite par Okito et *al.* (2017).

III.1.4. Analyse des techniques de conservation du poisson

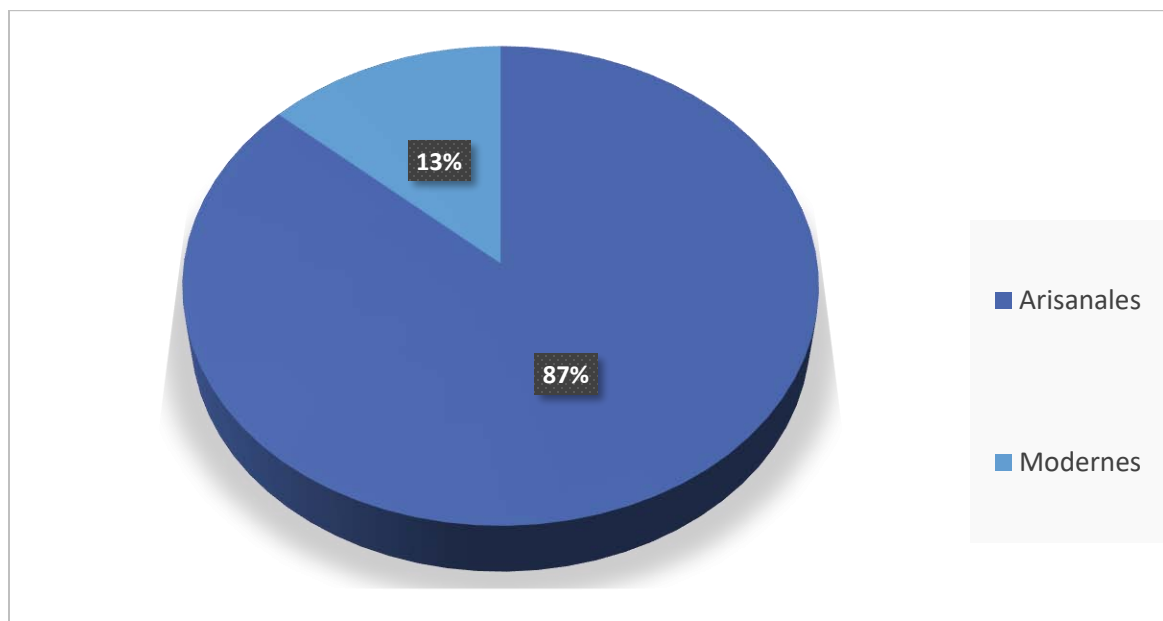


Figure 4 : Techniques de conservation du poisson

Le graphique suivant nous montre que :

- 87% des personnes enquêtées utilisent des techniques artisanales dans la conservation du poisson ;
- 13% des personnes enquêtées utilisent des techniques modernes dans la conservation du poisson.

Ces résultats de la figure 4 illustrent que la majorité de la population utilise des techniques artisanales pour le traitement du poisson. D'autres études comme celles de Nshombo (2020) et Musumari *et al.* (2021) confirment cette prédominance des méthodes artisanales utilisées par la population environnante du lac Tanganyika dans la conservation du poisson. Cette prépondérance des techniques artisanales utilisées dans la conservation des poissons serait due au manque d'instruction de la part de la population de la localité sur les techniques adaptées de conservation ainsi que le degré de périssabilité élevé du poisson.

III.1.5. Analyse du poisson le plus apprécié par le goût.

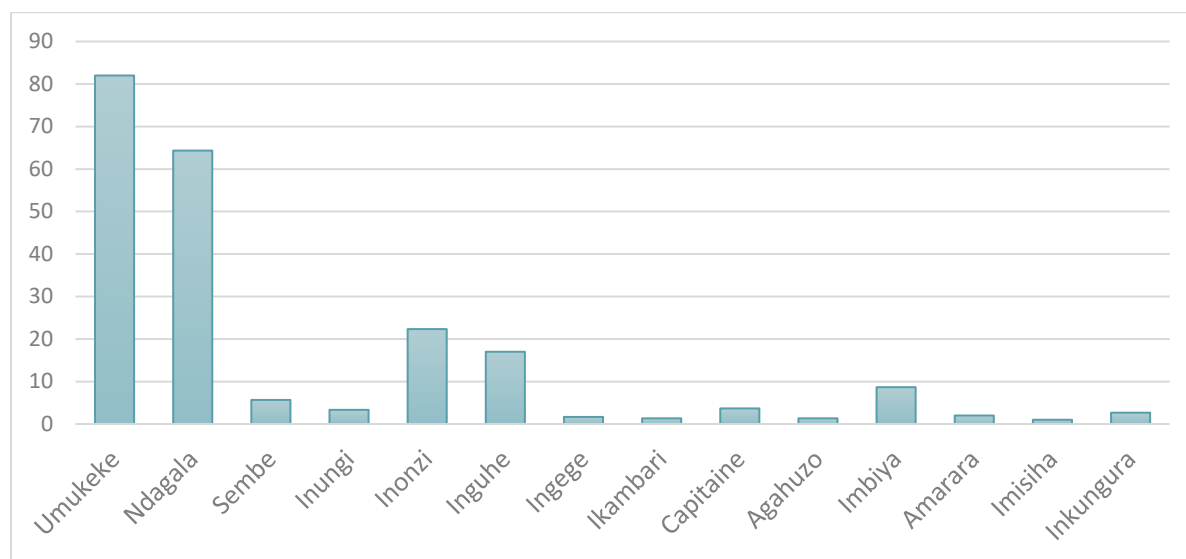


Figure 5 : Poisson le plus apprécié par le goût (en %)

Selon les résultats de la Figure 5, Mukeke (*Lates stappersii*) est le poisson le plus délicieux parmi les autres espèces de poissons consommées sur les plages Karonda, Mvugo et Magara.

Cette préférence du *Lucioides stappersii* par rapport aux autres poissons a été trouvée aussi par une étude qui a été menée par Fermon et Jonas, 2017. La richesse en protéines et en acides gras oméga 3 de cette espèce de poisson serait la source de son goût appréciable par les consommateurs.

III.1.6. Analyse des méthodes de transformation du poisson

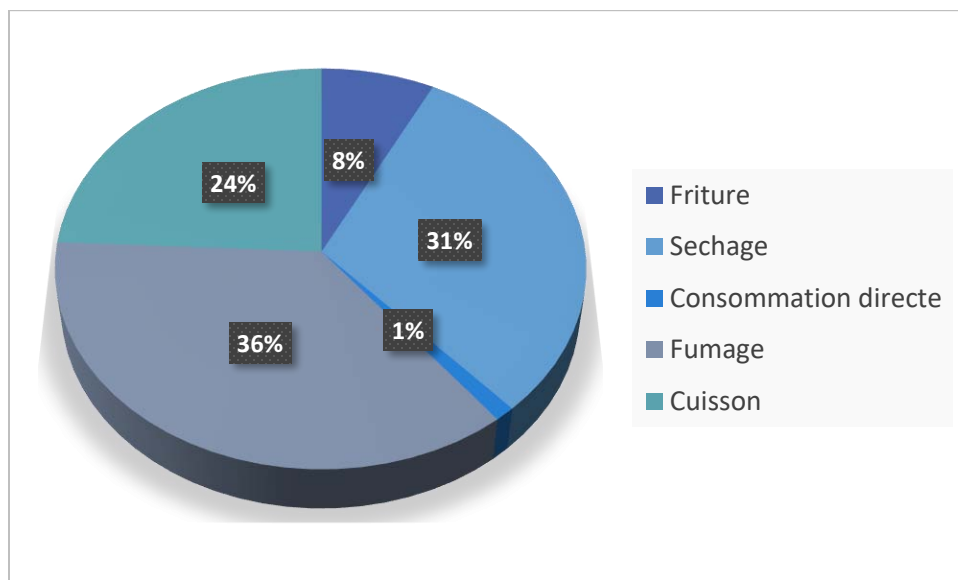


Figure 6 : Technique de transformation du poisson.

La figure 6 montre que :

- 36% des personnes enquêtées font le fumage des poissons comme technique de transformation ;
- 31% des personnes enquêtées pratiquent le séchage du poisson en tant que méthode de transformation ;
- 24% des personnes enquêtées font la cuisson du poisson en tant que méthode de transformation ;
- 8% des personnes enquêtées frittent les poissons pour les transformer.

Il ressort de cette répartition que le fumage et séchage sont les principales méthodes utilisées dans la transformation du poisson du lac Tanganyika ; ce qui a été prouvé aussi par les autres auteurs comme Bushiri Sunza (2017) et FAO (2015). Cette répartition élevée de ces techniques de transformation aurait comme cause le manque de moyens ainsi que l'ignorance de la population de cette localité sur autres techniques de transformation du poisson.

III.1.7. Analyse de préférence entre le poisson et la viande

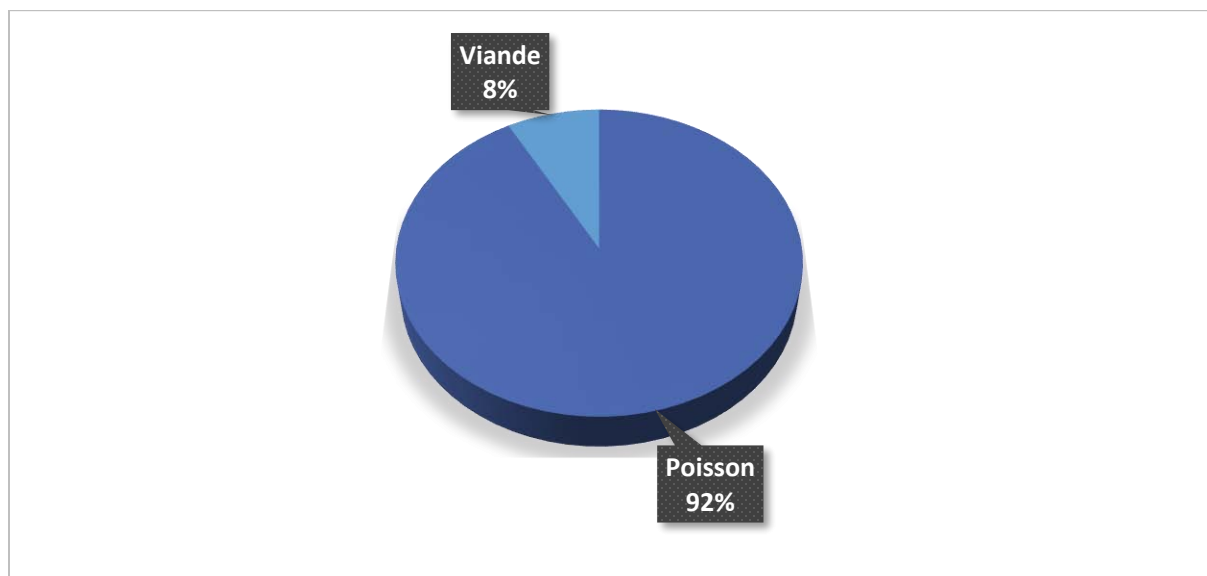


Figure 7 : Préférence entre le poisson et la viande

Le Figure 7 montre :

- 92% des personnes enquêtées préfèrent le poisson par rapport à la viande ;
- 8% des personnes enquêtées préfèrent la viande par rapport au poisson.

De ces résultats, il a été démontré que la majorité des personnes enquêtées préfèrent le poisson par rapport à la viande. Cette préférence du poisson pourrait provenir de son goût appréciable par la majorité de la population. Des tels résultats ont été trouvés par les autres auteurs comme Muboko et *al.* (2022) et Cohen et *al.* (2019).

III.2. Présentation et discussions des résultats d'analyses de la composition physico-chimique du *Lucioides stappersii* et du *Trematocara marginatum*

Les échantillons que nous avons utilisés ont été récoltés sur les plages KARONDA, MAGARA et MVUGO et leurs analyses chimiques ont été faites dans les laboratoires de physico-chimie de la FABI, ainsi que le laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de l'Université du Burundi.

III.2.1. Présentation et discussions des résultats d'analyses de la teneur en eau et en lipides des espèces de poissons étudiées

Table 5 : Teneur en eau et en lipides (par rapport à la matière sèche) des échantillons de poissons

Espèce de poisson	Teneur en eau (en %)	Teneur en lipides (en %)
<i>Lucioides stappersii</i>	74.11±2,06	12.81±0,08
<i>Trematocara marginatum</i>	70.01±1,44	15.31±0,13

Les résultats sont la moyenne des trois répétitions avec Ecart types (moyenne ± ET).

La teneur en lipides de la chair des poissons varie très fortement d'une espèce à l'autre selon les sites préférentiels de stockage des réserves énergétiques sous forme de lipides (foie, tissu adipeux sous-cutané, tissu adipeux périviscéral, tissus musculaires) selon les espèces (Médale, 2009).

Les résultats trouvés dans notre étude montrent que la teneur en lipides des espèces étudiées varie entre 12,81 et 15,31 % de matière sèche. Ces résultats sont similaires à ceux de Mamun et *al.* (2024) et Rieu (2012)

Des résultats du tableau 5, il en découle que le *Lucioides stappersii* et le *Trematocara marginatum* sont des poissons gras car les teneurs moyennes trouvées corroborent avec les résultats de Jabeen et *al.* (2011) qui a classé les poissons en 3 catégories en fonction de leur teneur en matières grasses : les poissons maigres (moins de 5 % de matières grasses), les poissons moyennement gras (5 à 10 % de matières grasses) et poissons gras (plus de 10 % de matières grasses).

III.2.2. Présentation et discussions des résultats d'analyses de la teneur en acides gras des espèces de poissons étudiées

Table 6 : Teneur en acides gras des espèces de poissons étudiées (en %)

Acide gras	<i>Lucioides stappersii</i>	<i>Trematocara marginatum</i>
Acides gras saturés	45,47±2,11	50,21±3,10
Acide stéarique	12,47±0,26	11,15±0,63
Acide dodecanoïque	0,09±0,02	0,25±0,03
Acide tridecanoïque	0,17±0,02	0,12±0,04
Acide tridecanoïque	0,13±0,01	0,23±0,03
Acide tétradécanoïque	2,64±0,25	2,76±0,15
Acide pentadécanoïque	1,25±0,17	3,16±0,44
Acide hexadécanoïque	6,38±0,44	9,05±0,45
Acide hexadécanoïque	16,7±0,46	15,47±0,36
Acide heptadécanoïque	2,97±0,27	4,47±0,29
Acide eicosanoïque	1,28±0,05	1,20±0,35
Acide Heneicosanoïque	0,22±0,01	1,71±0,22
Acide docosanoïque	0,87±0,03	0,52±0,07
Acide tricosanoïque	0,25±0,02	0,12±0,04
Acides gras insaturés	54,53±1,77	49,79±2,56
Acides gras monoinsaturés	34,50±1,13	29,98±1,48
Acide oléique	24,93±0,32	20,11±0,71
Acide eicosénoïque	2,18±0,27	3,16±0,45
Acide élaïdique	6,91±0,46	6,06±0,13
Acide vaccénique	0,37±0,06	0,43±0,14
Acide érucique	0,11±0,02	0,22±0,05
Acides gras polyinsaturés	20,04±0,64	19,81±1,08
Acide linoléique	6,68±0,27	6,43±0,34
Acide eicosapentaénoïque	5,53±0,31	5,65±0,30
Acide eicosatétraénoïque (acide arachidonique)	7,82±0,06	7,73±0,44

Les résultats sont la moyenne des trois répétitions avec Ecart types (moyenne ± ET).

La détermination de la composition en acide gras des deux espèces de poissons étudiées a été faite après analyse par spectroscopie en phase gazeuse des esters d'acides gras correspondant et a été présenté dans le tableau ci-haut.

Il a été analysé vingt et un acides gras correspondant aux 3 catégories suivantes :

- **Acides gras saturés** : Acide stéarique (C18:0), acide dodécanoïque (C12:0), acide tridecanoïque (C13:0), acide 12-tridecanoïque (C13:0), acide tétradécanoïque (C14:0), acide pentadécanoïque (C15:0), acide 9-hexadécanoïque (C16:0), acide hexadécanoïque (C16:0), acide heptadécanoïque (C17:0), acide eicosanoïque (C20:0), acide hénéicosanoïque (C21:0), acide docosanoïque (C22:0), acide tricosanoïque (C23:0)
- **Acides gras monoinsaturés** : Acide oléique (C18:1), acide eicosénoïque (C20:1), acide cis-11-eicosénoïque (C20:1), acide élaïdique (C18:1) ω -9, acide vaccénique (C18:1), acide érucique (C22:1)
- **Acides gras polyinsaturés** : acide linoléique (C18:2) ω -6, acide eicosapentaénoïque (EPA) (C20:5) ω -3, acide eicosatétraénoïque ou acide arachidonique ω -6 (C20:4)

Ces résultats illustrent que les deux espèces de poissons avaient suivant l'ordre décroissant des teneurs moyennes totales en acides gras saturés (AGS) plus élevées, suivies des acides gras monoinsaturés (AGMI) et des acides gras polyinsaturés (AGPI). Les valeurs respectives de ces acides gras étaient de $45,47 \pm 2,11\%$, $34,50 \pm 1,13\%$ et $20,04 \pm 0,64\%$ pour le *Lucioides stappersii* ainsi que $50,21 \pm 3,10\%$, $29,98 \pm 1,48\%$ et $19,81 \pm 1,08\%$ pour le *Trematocara marginatum*. Cette prédominance des AGS par rapport aux deux autres types d'acide gras dans le poisson a été aussi prouvée par de Castro et al. (2007) et Jabeen & Chaudhry (2011).

Parmi les vingt et un gras étudiés, celui qui a une teneur moyenne élevée par rapport aux autres est l'acide oléique. Cette teneur élevée de l'acide oléique des lipides des poissons par rapport à ses autres acides gras a été trouvée par d'autres auteurs comme (de Castro et al., 2007).

a. Les acides gras saturés

Les acides gras saturés assurent une part importante de la dépense énergétique (Legrand, 2007). Dans notre étude, les acides gras saturés (AGS) des espèces de poissons étaient de teneurs variant de $45,47 \pm 2,11\%$ à $50,21 \pm 3,10\%$ par rapport aux lipides totaux. Des tels résultats ont été rapportés par d'autres auteurs comme Njinkoue et al. (2016) et Hossain et al. (2024). *Trematocara marginatum* a une teneur moyenne élevée en AGS ($50,21 \pm 3,10$) par rapport au *Lucioides stappersii* ($45,47 \pm 2,11$).

L'AGS qui a une forte teneur par rapport aux autres est l'acide hexadécanoïque appelé aussi acide palmitique du *Lucioides stappersii* qui à lui seul occupe 30% des AGS suivi de l'acide stéarique de ce dernier qui a 27% tandis que celui qui a une faible teneur est l'acide dodécanoïque du *Lucioides stappersii* qui a seulement 0,2% des AGS.

Cette teneur élevée de l'acide palmitique par rapport aux autres AGS des lipides des poissons s'expliquerait par des facteurs biologiques et environnementaux surtout le fait que les poissons stockent les acides gras saturés comme réserve d'énergie à long terme. Ces résultats confirment ceux de Prato & Biandolino (2012), Hossain et al. (2024) et Al Solami & Korish (2024).

b. Acides gras monoinsaturés (AGMI)

Les acides gras monoinsaturés de l'organisme proviennent de la synthèse endogène et de l'alimentation Legrand, 2007.

Les valeurs moyennes de la teneur totale en AGMI des espèces de poissons étudiées variaient de $29,98 \pm 1,48\%$ à $34,50 \pm 1,13\%$ par rapport aux lipides totaux. Les teneurs moyennes en AGMI élevées ont été trouvées dans le *Lucioides stappersii* avec $34,50 \pm 1,13\%$ par rapport à celles du *Trematocara marginatum* qui étaient de $29,98 \pm 1,48\%$. L'acide gras monoinsaturé qui prend une part importante par rapport aux autres est l'acide oléique. La prédominance de l'acide oléique par rapport aux autres acides aminés monoinsaturés aussi été prouvée par d'autres auteurs comme Legrand (2007) et Murillo et al., (2014). Les AGMI trouvés dans les poissons de notre étude dans l'ordre décroissant étaient acide oléique $24,93 \pm 0,32\%$, acide élaïdique $6,91 \pm 0,46\%$, acide eicosénoïque $2,18 \pm 0,27\%$, acide vaccénique $0,37 \pm 0,06\%$ et acide érucique $0,11 \pm 0,02\%$ pour *Lucioides stappersii* ainsi que l'acide oléique $20,11 \pm 0,71\%$, acide élaïdique $6,06 \pm 0,13\%$, acide eicosénoïque $3,16 \pm 0,45\%$, acide vaccénique $0,43 \pm 0,14\%$ et acide érucique $0,22 \pm 0,05\%$ pour le *Trematocara marginatum*.

Dans le *Lucioides stappersii* comme dans *Trematocara marginatum*, l'AGMI qui a une teneur moyenne élevée est l'acide oléique (respectivement $24,93 \pm 0,32\%$ et $20,11 \pm 0,71\%$ de ses acides gras totaux) tandis que celui qui a une teneur moyenne la plus basse est l'acide érucique (respectivement $0,11 \pm 0,02\%$ et $0,22 \pm 0,05\%$ de ses acides gras totaux). Cette répartition pourrait provenir de l'alimentation de ces poissons qui est riche en zooplanctons et algues. Cette teneur en acide oléique est supérieure à celle des auteurs comme Prato et Biandolino (2012).

c. Acides gras polyinsaturés (AGPI)

Les lipides de la chair des poissons se caractérisent par leur richesse en acides gras polyinsaturés à longue chaîne (AGPI-LC) de la série oméga 3 ou n-3, en particulier l'acide eicosapentaénoïque (C20:5 n-3 ou EPA) et l'acide docosa-hexaénoïque (C22:6 n-3 ou DHA) (Médale, 2010).

Une étude de Legrand (2007) indique que les acides aminés polyinsaturés faisant objet de notre étude (acide linoléique, acide eicosapentaénoïque, acide eicosatetraénoïque ou acide arachidonique) sont des acides aminés essentiels car ils ne peuvent être apportés que par l'alimentation.

Les acides aminés polyinsaturés à longues chaînes dont les acides docosahexaénoïque et l'acide eicosapentaénoïque sont utiles à la santé humaine particulièrement dans la promotion de la croissance, le développement cognitif dans les nourrissons et les jeunes enfants ainsi que dans la réduction du risque des maladies cardio-vasculaire (Chuang, 2012)

Les AG polyinsaturés à longue chaîne dont la première double liaison est située entre le troisième et le quatrième atome de carbone (AG en n-3, ou oméga- 3) se singularisent des innombrables autres AG par leur caractère « essentiel » et par leur implication dans la synthèse de prostaglandines, dont certaines ont des propriétés anti-thrombogènes et anti-inflammatoires (Schlienger, 2020).

Les AGPI analysés avaient des teneurs moyennes totales presque identiques pour les 2 espèces de poissons étudiées variant légèrement de $19,81 \pm 1,08\%$ pour le *Trematocara marginatum* à $20,04 \pm 0,64\%$ pour le *Lucioides stappersii*. Cette teneur en AGPI est inférieure à celles rapportée Prato & Biondolino (2012), Murillo et al. (2014) et Njinkoué et al. (2016). Pour le *Lucioides stappersii* comme pour le *Trematocara marginatum*, l'AGPI le plus prépondérant est l'acide eicosatetraénoïque ou acide arachidonique (C20:4) oméga -6 ayant des valeurs moyennes respectives $7,82 \pm 0,06\%$ et $7,73 \pm 0,44\%$ suivi de l'acide linoléique (C18:2) oméga -6 dont la teneur moyenne respective était de $6,68 \pm 0,27\%$ et $6,43 \pm 0,34\%$ et l'acide eicosapentaénoïque (EPA) (C20:5) oméga -3 ayant comme moyennes de teneurs respectives de $5,53 \pm 0,31\%$ et $5,65 \pm 0,30\%$. La consommation du poisson est recommandée à toutes les catégories de la population et plus particulièrement celle en âge avancé car d'après une étude menée par Pégrier et Le May (2003), les acides eicosapentaénoïques ont un effet protecteur contre les maladies cardiovasculaires. Coste et al. (2004) stipulent que les acides eicosapentaénoïques sont des précurseurs des métabolites impliqués dans la régulation de la vasoconstriction et de l'inflammation.

III.2.3. Présentation et discussions des résultats d'analyses de la teneur en éléments minéraux des espèces de poissons étudiées

A. Teneurs en éléments minéraux du *Luciolates stappersii*

Table 7 : Résultats d'Analyse de la composition en éléments minéraux du *Luciolates stappersii*

Eléments minéraux	PLAGE		
	MAGARA	MVUGO	KARONDA
P (mg/kg)	16102±558,51 ^b	20044±177,42 ^{ab}	23657±1084,26 ^a
Mg (mg/kg)	1283±88,66 ^a	1056±100,50 ^a	1211±95,60 ^a
K (mg/kg)	9109±168,86 ^a	9211±52,83 ^a	9697±1023,79 ^a
Na (mg/kg)	2117±191,44 ^c	3180±145,37 ^b	2716±91,04 ^a
Ca (mg/kg)	23937±162,23 ^b	27789±218,53 ^a	29217±1709,12 ^a
Fe (mg/kg)	73,7±2,76 ^b	75±5,57 ^b	98±1,67 ^a
Zn (mg/kg)	57±3,12 ^a	36,3±6,93 ^b	30,9±1,92 ^b
Cu (mg/kg)	1,27±0,14 ^a	1,3±0,52 ^a	1,09±0,14 ^a
Mn (mg/kg)	3,05±0,17 ^a	1,47±0,18 ^b	1,13±0,16 ^b
Pb (mg/kg)	8,48±0,59 ^a	6,02±0,91 ^a	4,97±0,16 ^a

Les résultats sont la moyenne des trois répétitions avec Ecart types (moyenne ± ET). Les moyennes avec les mêmes lettres en exposants ne sont pas significativement différentes (P<0,05). Les moyennes avec les lettres différentes en exposants sont significativement différentes (P<0,05).

a. Teneur en Phosphore

Selon les résultats du tableau 7, il y a une différence significative entre les échantillons analysés (P<0,05) et les teneurs moyennes variaient de 16102±558,51 à 23657±1084,26 mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Karonda tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Magara. Cette teneur élevée en Phosphore pourrait provenir des activités humaines exercées autour du lac comme l'agriculture et le rejet des déchets qui peuvent contribuer à des apports en Phosphore via le ruissellement de fertilisant. Des résultats similaires ont été trouvés par des auteurs comme Łuczyńska et al. (2009) et Abdulkarim et al. (2015). Abdulkarim et al. (2013) qui ont trouvé une teneur en phosphore du poisson supérieure à celle trouvée dans cette étude.

Ces valeurs de teneur en Phosphore trouvées dans notre étude sont supérieures à ceux des auteurs comme Rukshana et al. (2023), Mogobe et al. (2015).

Des résultats trouvés, il ressort que le *Luciolates stappersii* pourrait être une meilleure source en phosphore pour l'homme car selon (Rahmdel et al., 2017) les apports nutritionnels recommandés

sont de 700 mg/jour pour les personnes en bonne santé (de 19 ans et plus). Il est donc recommandé de consommer régulièrement ce poisson, meilleure source de phosphore car selon Delanaye & Krzesinski (2005), le phosphore intervient dans de nombreuses réactions de l'organisme comme la glycolyse, la phosphorylation oxydative, la synthèse d'ADN et d'ARN, la gluconéogenèse et la minéralisation osseuse.

b. Teneur en Magnésium

Pour le Magnésium, les résultats n'ont pas mis en évidence une différence significative entre les moyennes des échantillons du *Lucioides stappersii* ($P < 0,05$) collectés sur les différentes plages et les teneurs moyennes variaient de $1056 \pm 100,50$ à $1283 \pm 88,66$ mg/kg. Les valeurs moyennes les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Magara tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Mvugo. Cet écart pourrait s'expliquer par l'environnement aquatique de chacun de ces plages enrichies par la géologie du lac. Ces moyennes des teneurs en Magnésium sont supérieures à ceux des auteurs comme Tsegay et al. (2016) et Öksüz et al. (2009). Le magnésium est important dans l'organisme humain car il intervient dans la régulation de la perméabilité cellulaire, dans l'excitabilité neuromusculaire et dans de nombreuses réactions immunitaires (Ferry, 2012).

c. Teneur en Potassium

Des résultats du tableau 7, il ressort qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des échantillons ($P < 0,05$) collectés sur les différentes plages et les teneurs moyennes en Potassium variaient de $9109 \pm 168,86$ à $9697 \pm 1023,79$ mg/kg. Les valeurs moyennes les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Karonda tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Magara. Le potassium trouvé dans le *Lucioides stappersii* pourrait provenir principalement des sédiments issus de l'érosion du sol du milieu environnant le lac.

Ces résultats sont dans une marge supérieure à celle des études menées par Celik et al. (2008) et Marques et al. (2019). A partir de ces teneurs moyennes en potassium trouvées dans cette étude, nous pouvons confirmer que le *Lucioides stappersii* est une bonne source en cet élément car d'après une étude menée par Cynober et al., (2000) et Ferry, (2012) un apport de 3g/j suffit pour un sujet âgé en bonne santé d'autant plus que le potassium intervient dans la régulation de la pression sanguine et dans la réduction des risques des maladies rénales chroniques (Cormick et al., 2023.)

d. Teneur en Sodium

Au niveau des teneurs en Sodium du *Lucioides stappersii*, les résultats ont montré que les moyennes des échantillons différaient significativement ($P < 0,05$) entre les différentes plages et les teneurs moyennes variaient de $2117 \pm 191,44$ à $3180 \pm 145,37$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Mvugo tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Magara. Ces résultats trouvés sont comparables à ceux de Elagba et al., (2010), tandis qu'ils sont dans une marge inférieure à celle d'une étude de Łuczyńska et al. (2009). Cette teneur du *Lucioides stappersii* en sodium pourrait provenir de la salinité du lac Tanganyika sans oublier les facteurs environnementaux comme les activités exercées dans le milieu environnant.

e. Teneur en Calcium

Les analyses ont montré que les moyennes des teneurs en calcium du *Lucioides stappersii* différaient significativement ($P < 0,05$) entre les plages Magara et Mvugo ainsi que les plages Magara et Karonda, tandis qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des échantillons de Mvugo et Karonda. Les teneurs moyennes variaient de $23937 \pm 162,23$ à $29217 \pm 1709,12$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Karonda tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Magara. Cette teneur en calcium pourrait provenir de la géologie de la région environnante du lac Tanganyika dont les roches et les sédiments environnants peuvent libérer des ions calcium dans l'eau.

Ces résultats sont comparables à ceux de Kabahenda et al. (2011), tandis qu'ils sont supérieurs à ceux de l'étude faite par Mogobe et al. (2015) et inférieurs à ceux de Tenyang et al. (2016). Ces valeurs trouvées dans cette étude nous permettent d'admettre que le *Lucioides stappersii* est un poisson riche en calcium et peut être recommandable aux adolescents d'âge compris entre 10 et 18 ans car selon de Luca (2019), cette catégorie de population a besoin de 1200 mg/j de calcium. Signalons que le calcium joue un rôle non négligeable dans plusieurs fonctions physiologiques telles que la croissance osseuse, l'excitabilité neuro-musculaire, le contrôle enzymatique, la contraction musculaire, l'action hormonale ainsi que la coagulation (Saulais, 2018).

f. Teneur en Fer

Des résultats trouvés de teneur en fer, il ressort que les moyennes des échantillons du *Lucioides stappersii* différaient significativement ($P < 0,05$) entre les plages Karonda et Mvugo, tandis qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des échantillons de Mvugo et Magara ainsi que Karonda et Magara. Les teneurs moyennes variaient de $73,7 \pm 2,76$ à $98 \pm 1,67$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Karonda tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Magara.

Cette teneur en fer est supérieure à celle démontrée par Elagba et al. (2010b). Le *Lucioides stappersii* est une bonne source en fer car selon Ferry (2012), l'apport nutritionnel recommandé en est de 10 mg/j. Le fer fait partie des constituant de l'hémoglobine, de la myoglobine et de très nombreux systèmes enzymatiques qui jouent un rôle essentiel dans le mécanisme de la respiration cellulaire (Hininger-favier & Hercberg, 2005).

g. Teneur en Zinc

L'analyse de la teneur en Zinc du *Lucioides stappersii* a mis en évidence une différence significative ($P < 0,05$) entre les plages Magara et Mvugo ainsi que les plages Magara et Karonda, tandis qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des échantillons de Mvugo et Karonda. Les teneurs moyennes variaient de $30,9 \pm 1,92$ à $57 \pm 3,12$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Magara tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Karonda. Cette teneur est supérieure à celles trouvées rapportée par Celik et al. (2008) et Mogobe et al. (2015).

A partir de ces résultats, il ressort que le *Lucioides stappersii* est très riche en zinc et peut contribuer dans la lutte contre les maladies carencielles en ce dernier car selon Khaled et al. (1997), les apports de zinc conseillés sont de 12 - 15 mg/j. Une étude de Shim et al., (2023) a prouvé que les apports conseillés en zinc sont de 8.6 - 12.3 mg/j pour les garçons et filles d'âge compris entre 19 et 29 ans.

h. Teneur en Cuivre

Au niveau des teneurs en Cuivre, les résultats ont montré qu'il n'y a pas de différence significative ($P < 0,05$) entre les échantillons issus des différentes plages. Les teneurs moyennes variaient de $1,09 \pm 0,26$ à $1,3 \pm 0,52$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Mvugo tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Karonda. En comparant aux études menées par d'autres chercheurs, la teneur en cuivre du *Lucioides stappersii* est inférieure à celle de Tsegay et al. (2016), tandis qu'elle est supérieure à celle de l'étude de Utomo et al. (2021). Le cuivre est impliqué dans divers processus biologiques tels que les réactions enzymatiques, la synthèse d'acide nucléique, la défense contre les antioxydants, le métabolisme du fer et la fonction immunitaire (Zhang et al., 2024). Ces valeurs de teneur moyenne de cuivre dans le *Lucioides stappersii* sont inférieures aux apports nutritionnels recommandés par Shokunbi et al. (2019), tandis qu'elles sont supérieures à celles de Filippini et al., (2018).

i. Teneur en Manganèse

Au niveau des teneurs en Manganèse, les résultats ont montré que les moyennes des échantillons différaient significativement ($P < 0,05$) entre les plages Magara et Mvugo ainsi que les plages Magara et Karonda, tandis qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des échantillons de Mvugo et Karonda. Les teneurs moyennes variaient de $1,13 \pm 1,20$ à $3,05 \pm 0,17$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Magara tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Karonda. Ces résultats sont inférieurs à ceux enregistrés par Noël. et al. (2016). Une étude menée par Shokunbi et al. 2019 donne une quantité recommandée en manganèse se trouvant dans la plage de valeurs trouvées dans notre étude ; ce qui prouve que le manganèse contenu dans le *Lucioides stappersii* ne peut pas nuire la santé du consommateur.

j. Teneur en Plomb

Les résultats de teneur en Plomb n'ont pas de différence significative entre les moyennes des échantillons de MAGARA, Mvugo et Karonda. Les teneurs moyennes variaient de $4,97 \pm 0,00$ à $8,48 \pm 0,59$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Magara tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Karonda.

Les résultats de notre étude montre que la teneur en plomb du *Lucioides stappersii* est dans une marge comparable à celle de l'étude menée par Mendil et Uluözlü (2007) et Chale (2002a) tandis qu'elle est supérieure à celles des autres auteurs comme Celik et al. (2008) et Chale (2002).

B. Teneurs en éléments minéraux du *Trematocara marginatum*

Table 8 : Teneurs en éléments minéraux du *Trematocara marginatum*

Eléments minéraux	PLAGE		
	MAGARA	MVUGO	KARONDA
P (mg/kg)	31100±91,85 ^a	36205±690,50 ^a	40998±503,22 ^a
Mg (mg/kg)	1756±60,22 ^a	1802±94,94 ^a	1689±84,45 ^a
K (mg/kg)	5878±81,18 ^a	6497±468,41 ^a	7188±461,50 ^a
Na (mg/kg)	2803±43,92 ^a	2168±217,40 ^a	3606±357,42 ^a
Ca (mg/kg)	47607±265,28 ^a	42528±491,06 ^a	52488±462,41 ^a
Fe (mg/kg)	767±37,36 ^a	751±57,24 ^a	694±44,24 ^a
Zn (mg/kg)	142±20,88 ^a	91±19,97 ^a	172±16,37 ^a
Cu (mg/kg)	1,2±0,27 ^a	1,21±0,28 ^a	1,09±0,12 ^a
Mn (mg/kg)	30,9±1,30 ^a	22,3±2,21 ^a	36,2±2,96 ^a
Pb (mg/kg)	6,85±0,71 ^a	9,85±1,35 ^a	12,64±1,93 ^a

Les résultats sont la moyenne des trois répétitions avec Ecart types (moyenne ± ET). Les moyennes avec les mêmes lettres en exposants ne sont pas significativement différentes (P<0,05). Les moyennes avec les lettres différentes en exposants sont significativement différentes (P<0,05).

a. Teneur en Phosphore

Les résultats de la teneur en Phosphore du *Trematocara marginatum* indiquent qu'il n'y a pas de différence significative (P<0,05) entre les différentes plages et les teneurs moyennes variaient de 31100±91,85 à 40998±503,22 mg/kg. Cette teneur élevée pourrait être due au régime alimentaire riche en phosphore tels que les phytoplanctons et les petits crustacés. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Karonda tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Magara. Ces résultats sont supérieures à ceux enregistrées par des auteurs comme Öksüz et al. (2009) et Mogobe et al. (2015).

b. Teneur en Magnésium

Les résultats sur des teneurs en Magnésium ont montré que les échantillons du *Trematocara marginatum* ne différaient pas significativement (P<0,05) et les teneurs moyennes variaient de 1689±84,45 à 1802±94,94 mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Mvugo tandis que les plus petites ont été trouvées sur la plage Karonda. La raison principale de cette teneur élevée serait l'alimentation du *Trematocara marginatum* riche algues et plantes aquatiques riches en Magnésium. Cette teneur est supérieure à celle trouvée par les auteurs comme Jim et al. (2017) et Mogobe et al., (2015). De ces résultats, il ressort que cette espèce de poisson pourraient être une bonne source en Magnésium car selon de Luca, (2019), les besoins sont estimés

entre 5 mg/kg par jour et 5,3 mg/kg par jour lors du pic de croissance, tandis qu'ils sont de 240 à 500 mg par jour pour un adulte (Saulais, 2018).

c. Teneur en Potassium

Les résultats du tableau 8 ont montré que les échantillons ne différaient pas significativement (au seuil de 5%) et les teneurs moyennes variaient de $5878 \pm 81,18$ à $7188 \pm 461,50$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Karonda tandis que les plus petites ont été trouvées sur la plage Magara. Il se pourrait que cette répartition en cet élément proviendrait de l'érosion des roches et des sédiments environnant le lac. Ces résultats sont inférieurs à ceux de Mohamed et al. (2010), tandis qu'ils sont supérieurs à ceux des études menées par les auteurs comme Marques et al. (2019) et Łuczyńska et al. (2009).

d. Teneur en Sodium

Les résultats de la teneur en Sodium du *Trematocara marginatum* font preuve de l'absence de significativité ($P < 0,05$) et les teneurs moyennes variaient de $2168 \pm 217,40$ à $3606 \pm 357,42$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Karonda tandis que les plus petites ont été trouvées sur la plage Mvugo. La régulation du niveau de calcium pour maintenir une pression osmotique dans l'eau serait à l'origine de cette teneur en Sodium. D'autres auteurs comme Mogobe et al. (2015), Jim et al. (2017) et Tenyang et al. (2016) ont trouvée une teneur moyenne en sodium du poisson inférieure à celle le présente étude.

e. Teneur en Calcium

Les teneurs en Calcium trouvées révèlent une absence de différence significative ($P < 0,05$) entre les échantillons des plages de Mvugo, Magara et Karonda et les teneurs moyennes variaient de $42528 \pm 491,06$ à $52488 \pm 462,4$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Karonda tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Mvugo. Le cycle de croissance qui favorise le dépôt dans les os de calcium pourrait être la raison majeure de ce taux de calcium.

Les résultats de cette étude montrent une teneur en Calcium du poisson *Trematocara marginatum* est supérieure à celle enregistrée lors des études de Kabahenda et al. (2011), tandis qu'elle est comparable à celle de Rukshana et al. (2023).

f. Teneur en Fer

Les résultats sur des teneurs en Fer du *Trematocara marginatum* ont montré que les échantillons ne différaient pas significativement ($P < 0,05$) et les teneurs moyennes variaient de $694 \pm 44,24$ à $767 \pm 37,36$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Magara tandis que les plus petites ont été trouvées sur la plage Karonda. Cette teneur en Fer est supérieure à celle de l'étude de Mamun et al. (2024) et Sainani et Kapute (2017). D'après une étude menée par Hininger-Favier et al. (2005), la consommation de la viande du *Trematocara marginatum* jouerait un rôle prépondérant dans la prévention des maladies carencielles en fer car selon lui, les apports nutritionnels conseillés en fer sont de 7mg/j pour les jeunes enfants, à 16 mg/j pour les femmes adultes et à 30mg/j pour le troisième trimestre de grossesse contre 8 mg/j pour les hommes adultes.

g. Teneur en Zinc

Les analyses que nous avons faites n'ont pas montré de différence significative ($P < 0,05$) sur la composition en zinc des échantillons des plages Mvugo, Karonda et Magara. Les teneurs moyennes variaient de $91 \pm 19,97$ à $172 \pm 16,37$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Karonda tandis que les plus petites ont été trouvées sur la plage Mvugo. Ces teneurs en zinc trouvées dans cette étude sont dans une même marge que celles élucidées par Tenyang et al. (2016), tandis qu'elles sont dans une marge supérieure à celle de Shim et al. (2023).

D'après cette étude menée par Shim et al. (2023), le poisson pourrait être une bonne source en zinc car selon ces auteurs, un apport nutritionnel de 8,6-12,3 mg/j est recommandée pour les jeunes garçons et filles d'âge compris entre 19 et 29 ans.

h. Teneur en Cuivre

Les résultats ont montré que les échantillons avaient des teneurs en Cuivre qui ne différaient pas significativement ($P < 0,05$) et les teneurs moyennes variaient de $1,09 \pm 0,12$ à $1,21 \pm 0,28$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Mvugo tandis que les plus petites ont été trouvées sur la plage Karonda.

Les résultats trouvés dans notre étude sont inférieurs à ceux de Shokunbi et al. (2019). La teneur en cuivre du *Trematocara marginatum* trouvée dans cette étude sont suffisants pour satisfaire les besoins nutritionnels humains car d'après Filippini et al. (2018), les apports journaliers recommandés en cuivre sont compris entre 0,61 à 1,49 mg par jour.

i. Teneur en Manganèse

Les résultats du tableau 8 indiquent que les échantillons analysés ne présentent pas de différence significative ($P < 0,05$) et les teneurs moyennes variaient de $22,3 \pm 2,21$ à $36,2 \pm 2,96$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Karonda tandis que celles les plus basses ont été trouvées sur la plage Mvugo.

Ces résultats montrent une teneur en Manganèse supérieure aux besoins nutritionnels de l'homme en Manganèse car selon Filippini et *al.* (2018), apports nutritionnelles recommandés sont de 1,46 à 3,52 mg par jour ; ce qui pourrait faire du *Trematocara marginatum* une source importante du Manganèse dont l'organisme humain a besoin.

j. Teneur en Plomb

Les résultats du *Trematocara marginatum* sur des teneurs en Plomb ont montré que les échantillons ne différaient pas significativement ($P < 0,05$) et les teneurs moyennes variaient de $6,85 \pm 0,71$ à $12,64 \pm 1,936$ mg/kg. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées sur la plage Karonda tandis que les plus petites ont été trouvées sur la plage Magara. Cette teneur en plomb est inférieure à celle trouvée dans une étude menée par Chale, 2002 (5,03 mg/kg). Cette teneur pourrait être due aux sédiments provenant du milieu environnant surtout les déversements industriels et se trouve au-delà du seuil maximal acceptable fixé par l'OMS et le Codex Alimentarius (0,2 à 0,5 mg/kg) ; son exposition pourrait à long terme causer la neurotoxicité, les troubles rénaux et cardiovasculaires, la perturbation hormonale ainsi que les risques de la reproduction.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La présente étude met en évidence la richesse nutritionnelle de deux espèces endémiques du lac Tanganyika, le *Lucioides stappersii* et le *Trematocara marginatum*.

Pour arriver à bien mener ce travail, nous avons d'abord procédé par la documentation bibliographique puis le choix de notre zone d'étude qui comprend les plages Karonda, Magara et Mvugo qui comportent des sites de débarquement les plus importants du lac Tanganyika. Nous nous sommes focalisés sur ces deux espèces de poisson car selon une enquête que nous avons menée, nous avons trouvé que ces poissons figurent parmi les poissons les plus consommés et appréciés.

Les résultats de l'enquête ont prouvé que 40,6 % des personnes interrogées exerçaient des activités de pêche, faisant de cette dernière une activité économique majeure, 95 % du poisson consommé provient directement du lac Tanganyika, soulignant l'importance de ce dernier comme ressource vitale ; tandis que les techniques utilisées de traitement du poisson sont majoritairement artisanales telles que le fumage et le séchage.

Les analyses de laboratoire ont révélé des différences significatives dans la composition nutritionnelle des espèces de poissons de notre étude selon les plages d'échantillonnage, probablement en raison des variations des conditions environnementales, des pratiques locales de pêche ainsi que les pratiques agricoles des populations environnantes. Le *Lucioides stappersii* et le *Trematocara marginatum* se sont révélés être des poissons gras, avec des teneurs en lipides respectives de 12,81 % et 15,31 %. Les analyses ont également révélé la présence des acides gras oméga-3 (ω -3) et oméga-6 (ω -6), reconnus pour leurs vertus thérapeutiques de grande nécessité comme l'acide eicosapentaénoïque (ω -3) et l'acide eicosatétraénoïque ou acide arachidonique (ω -6) avec des teneurs moyennes respectives de $6,68 \pm 0,27$ %, $5,53 \pm 0,31$ % et $7,82 \pm 0,06$ % pour le *Lucioides stappersii* ainsi que $6,43 \pm 0,34$ %, $5,65 \pm 0,30$ % et $7,73 \pm 0,44$ % pour le *Trematocara marginatum*.

Les éléments minéraux essentiels tels que le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium, le calcium, le fer, le zinc ont été trouvés dans des proportions (en mg/kg) variant respectivement de $16.102 \pm 558,51$ à $23657 \pm 1084,26$, $1056 \pm 100,50$ à $1283 \pm 88,66$, $9109 \pm 168,86$ à $9697 \pm 1023,79$, $2117 \pm 191,44$ à $3180 \pm 145,37$, $23937 \pm 162,23$ à $29217 \pm 1709,12$, $73,7 \pm 2,76$ à $98 \pm 1,67$, $30,9 \pm 1,92$ à $57 \pm 3,12$ dans le *Lucioides stappersii* et $31100 \pm 91,85$ à $40998 \pm 503,22$, $1689 \pm 84,45$ à

*Contribution à l'étude de la composition nutritionnelle des poissons du lac Tanganyika. Cas de *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum**

1802±94,94, 5878±81,18 à 7188±461,50, 2168±217,40 à 3606±357,42, 42528±491,06 à 52488±462,41, 694±44,24 à 767±37,36, 91±19,97 à 172±16,37 dans le *Trematocara marginatum*.

En somme, les résultats obtenus ouvrent des perspectives prometteuses pour un développement intégré et durable basé sur une exploitation rationnelle des richesses aquatiques du lac Tanganyika ainsi qu'une éducation nutritionnelle pouvant contribuer dans la lutte contre la malnutrition au niveau national et international.

Au terme de cette étude et à la lumière des résultats obtenus, il nous est essentiel d'émettre les recommandations ci-après :

- **Aux institutions de l'Etat** : investir dans l'exploitation durable des ressources en poisson du lac Tanganyika, sensibiliser la population des apports nutritionnels du poisson et sur les pratiques alimentaires équilibrées est essentielle pour améliorer la sécurité alimentaire.
- **Aux chercheurs** : de mener des études supplémentaires pour combler les limites de notre étude surtout sur la composition de ces poissons en protéines et en vitamines. Il serait aussi souhaitable d'explorer d'autres espèces de poissons du lac Tanganyika afin de mieux comprendre classification génétique ainsi que leur composition nutritionnelle et les facteurs influençant.
- **Aux industriels** : de promouvoir des techniques modernes de traitement et de conservation du poisson pour réduire les pertes post-récolte et préserver la qualité nutritionnelle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdulkarim, *, Bwathondi, P. O. J., & Benno, B. L. (2015). Seasonal variations in the mineral composition of some commercially important fish species of Lake Victoria-Tanzania. In *Universal Journal of Agricultural Research* (Vol. 2, Issue 2).
www.internationalscholarsjournals.org
- Abdulkarim, B., Bwathondi, P. O. J., & Benno, B. L. (2013). Comparative evaluation of the proximate and mineral compositions of *Stolothrissa tanganyicae* and *Limnothrissa miodon* from Lake tanganyika. *Scientific Journal of Review*, 2, 348–354.
<https://doi.org/10.14196/sjr.v2i12.1120>
- About, E. W. S., & Metabolism, P. (2005). Nouveautés à propos du métabolisme du phosphore. 1, 189–197.
- Abraha, B., Admassu, H., Mahmud, A., Tsighe, N., Shui, X. W., & Fang, Y. (2018). Effect of processing methods on nutritional and physico-chemical composition of fish : a review. *October 2020*.
- ACCT. (1993). *Conserver-et-transformer-le-poisson.pdf*. ACCT.
- Al Solami, L., & Korish, M. (2024). Proximate composition, fatty acid characteristics, amino acid profile and mineral content of fish *Acanthurus sohal*. *Heliyon*, 10(16), e36474.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36474>
- Burgess, A., & Glasauer, P. (2005). *Guide de nutrition familiale*.
- C, L. (2012). Fatty Acid Composition of 12 Fish Species from the Black Sea. 00(0), 1–7.
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02661.x>
- Cardiec, F. (2022). *Pêche artisanale maritime au Gabon : caractérisation , spatialisation et aires marines protégées* [Université de Bretagne occidentale]. <https://theses.hal.science/tel-03609141v1>
- Celik, M., Gökçe, M. A., Bas,ustabas,bas,usta, N., Küçükgülmez, A., Uz Tas,bozan, O. ̃ , Tas,bozan, T., Surhan, S. , & Lu, T. ̃ . (2008). Nutritional quality of rainbow trout (*oncorhynchus mykiss*) caught from the atatürk dam lake in turkey.
- Chale, F. M. . (2002a). Trace metal concentrations in water, sediments and fish tissue from Lake Tanganyika. In *The Science of the Total Environment* (Vol. 299).

- Chale, F. M. M. (2002b). Trace metal concentrations in water, sediments and fish tissue from Lake Tanganyika. *Science of the Total Environment*, 299(1–3), 115–121.
[https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00252-8](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00252-8)
- Cl, M. (2010). Pratiques d ' élevage et qualité nutritionnelle des lipides des poissons & Nutritional quality of fish flesh lipids as affected by farming practices. 17, 267–273.
<https://doi.org/10.1016/j.cnd.2010.06.005>
- Coste, T. C., Gerbi, A., Vague, P., Pieroni, G., & Raccach, D. (2004). Les suppléments nutritionnelles en acides gras polyinsaturés dans le traitement de la neuropathie diabétique périphérique. *Cahier de Nutrition et Diététique*, 185–194.
- Cynober, L., Alix, E., Arnaud-battandier, F., Bonnefoy, M., Brocker, P., Cals, M., Cherbut, C., Coplo, C., Ferry, M., Ghisolfi-marque, A., Kravtchenko, T., Lesourd, B., Mignot, C., & Mirand, P. P. (2000). Apports nutritionnels conseillés chez la personne âgée. 1–60, 60.
- de Castro, F. A. F., Pinheiro Sant'Ana, H. M., Campos, F. M., Costa, N. M. B., Silva, M. T. C., Salaro, A. L., & Franceschini, S. do C. C. (2007). Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. *Food Chemistry*, 103(4), 1080–1090.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.002>
- de Luca, A. (2019). Besoins nutritionnels de l'adolescent. *Journal de Pédiatrie et de Puericulture*, 32(4), 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.jpp.2019.06.001>
- E. sindayigaya, J. Debevere, H. D. (1990). *Luciolates stappersii et stolothrissa tanganicae.pdf* (p. 64).
- FAO. (2002). L'insécurité alimentaire dans le monde (p. 4).
- FAO. (2006). Situation de l'aquaculture mondiale (pp. 48–52).
- FAO. (2015). La pêche de capture (p. 53).
- FAO. (2020). The state of world fisheries and aquaculture.
<https://doi.org/doi.org/10.4060/ca9229en>
- FAO. (2022). La situation mondiale des peches et de l'aquaculture.
<https://doi.org/doi.org/10.4060/cc0461fr>
- FAO. (2024). *Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture* (p. 27).
<https://www.fao.org/3/ca9231fr/CA9231FR.pdf>
- FAO et OMS. (2010). Codex alimentarius. 1–203, 20323.

- Fellouh Touati et Benarbia Senouci. (2022). *Thème Étude de quelques paramètres biologiques et microbiologiques chez un Sparidé : le pageot commun « Pagellus erythrinus (Linné, 1758) » capturé sur la côte de Mostaganem.*
- Fernandes, R. (2008). Microbiology handbook dairy products.
- Ferry, M. (2012). Les oligoéléments et les minéraux. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71125-1/00018-X>
- FIDA. (2020). L'avantage de la pêche et de l'aquaculture (p. 44).
- Filippini, T., Cilloni, S., Malavolti, M., Violi, F., & Malagoli, C. (2018). Dietary intake of cadmium, chromium, copper, manganese, selenium and zinc in a Northern Italy community Tommaso. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, February*, 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2018.03.001>
- Groupe d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire et la nutrition. (2014). La durabilité de la pêche et de l'aquaculture au service de la sécurité alimentaire et de la nutrition.
- Hininger-favier, I., & Hercberg, S. (2005). Besoins, apports et disponibilité du fer. 1623–1633. [https://doi.org/10.1016/S0001-4079\(19\)33420-X](https://doi.org/10.1016/S0001-4079(19)33420-X)
- Hininger-Favier, I., Hercberg, S., Binet, J. L., Aron, E., Godeau, P., Rerat, A., Nordmann, R., Vacheron, A., & Tubiana, M. (2005). Iron deficiency in France: Prevalence and prevention. *Bulletin de l'Academie Nationale de Medecine*, 189(8), 1623–1633. [https://doi.org/10.1016/s0001-4079\(19\)33420-x](https://doi.org/10.1016/s0001-4079(19)33420-x)
- Hossain, M. B., Islam, R., Hossain, M. K., Parvin, A., Saha, B., Ujjaman Nur, A. A., Islam, M. M., Paray, B. A., & Arai, T. (2024). Minerals and fatty acid profile of small indigenous fish species from homestead ponds within a Sub-tropical coastal region. *Heliyon*, 10(2), e24445. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24445>
- Jabeen, F., & Chaudhry, A. S. (2011). Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. *Food Chemistry*, 125(3), 991–996. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.103>
- James A. McCormick, Joel Topf, Isabelle Dominique Tomacruz, P. R. G. (2023). A New Understanding of Potassium's Influence Upon Human Health and Renal Physiology.
- Jean-Louis Schlienger, L. M. (2020). Acides gras oméga 3 : une trop belle histoire encore en quête de preuves N-3.

- Jim, F., Garamumhango, P., & Musara, C. (2017). Comparative analysis of nutritional value of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus), Nile tilapia, meat from three different ecosystems. *Journal of Food Quality*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/6714347>
- Kabahenda, M. K., Amega, R., Okalany, E., Husken, S. M. C., & Heck, S. (2011). Protein and Micronutrient Composition of Low-Value Fish Products Commonly Marketed in the Lake Victoria Region. *World Journal of Agricultural Sciences*, 7(5), 521–526.
- Kanyaro, R. (1998). Les Pratiques de peche au Burundi 11–27.
- Kapepula, L. (2015). Contribution à l'étude de la valeur nutritive de *limnothrissa miodon* (clupeidae) du bassin nord du lac Tanganyika, de 2008 à 2009. March 2017.
- Khaled, S., Brun, J. F., Bardet, L., & Cassanas, G. (1997). Importance Physiologique Du Zinc Dans L'Activite Physique. *Science and Sports*, 12(3), 179–191. [https://doi.org/10.1016/S0765-1597\(97\)84576-5](https://doi.org/10.1016/S0765-1597(97)84576-5)
- Leduc, F. (2020). Evaluation de la qualité des poissons frais par des approches chimiques To cite this version : Evaluation de la qualité des poissons frais par des approches chimiques [université sciences et technologies de lille 1]. <https://hal.inrae.fr/tel-02811367>
- Legrand, P. (2007). Les acides gras: Structures, fonctions, apports nutritionnels conseillés. *Cahiers de Nutrition et de Dietetique*, 42(1 SPEC. ISS.). [https://doi.org/10.1016/s0007-9960\(07\)91234-1](https://doi.org/10.1016/s0007-9960(07)91234-1)
- Leport, J. (2017). Dynamiques de changement des modèles alimentaires : le cas du poisson à Dakar. Université de Toulouse.
- Łuczyńska, J., Tońska, E., & Łuczyński, M. (2009). Essential mineral components in the muscles of six freshwater fish from the Mazurian Great Lakes (northeastern Poland). *Archives of Polish Fisheries*, 17(4), 171–178. <https://doi.org/10.2478/v10086-009-0015-y>
- Mamun, A. Al, Rifat, M. A., Wahab, M. A., Rahman, M. A., Nahiduzzaman, M., Thilsted, S. H., & Kjelleevold, M. (2024). Nutrient composition of dried marine small fish in Bangladesh and their potential to address hidden hunger. *Journal of Food Composition and Analysis*, 131(April), 106241. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106241>
- Mannini, P., Katonda, I., Kissaka, B., & Verburg, P. (1999). Feeding ecology of *Lates stappersii* in Lake Tanganyika. 131–132.

- Marques, I., Botelho, G., & Guiné, R. (2019). Comparative study on nutritional composition of fish available in Portugal. *Nutrition and Food Science*, 49(5), 925–941.
<https://doi.org/10.1108/NFS-11-2018-0311>
- Médale, F. (2009). Lipid content and fatty acid composition of the flesh of fish from fisheries and farming. *Cahiers de Nutrition et de Dietetique*, 44(4), 173–181.
<https://doi.org/10.1016/j.cnd.2009.04.002>
- Mendil, D., & Uluözlü, Ö. D. (2007). Determination of trace metal levels in sediment and five fish species from lakes in Tokat, Turkey. *Food Chemistry*, 101(2), 739–745.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.050>
- Mohamed, E., Mohamed, H. A. E., Al-Maqbaly, R., & Mansour, H. M. (2010). Proximate composition, amino acid and mineral contents of five commercial Nile fishes in Sudan. *African Journal of Food Science*, 4(10), 650–654. <http://www.academicjournals.org/ajfs>
- Murillo, E., Rao, K. S., & Durant, A. A. (2014). The lipid content and fatty acid composition of four eastern central Pacific native fish species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.08.007>
- NAHAYO, A. (2010). Analyse de la filiere peche. 76p.
- Njinkoue, J. M., Gouado, I., Tchoumboungang, F., Nguenguim, J. H. Y., Ndinteh, D. T., Fomogne-Fodjo, C. Y., & Schweigert, F. J. (2016). Proximate composition, mineral content and fatty acid profile of two marine fishes from Cameroonian coast: *Pseudotolithus typus* (Bleeker, 1863) and *Pseudotolithus elongatus* (Bowdich, 1825). *NFS Journal*, 4, 27–31.
<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2016.07.002>
- NTAKARUTIMANA, R. (2020). Analyse des fréquences de tailles des principales espèces de poissons capturées par la pêche commerciale au Burundi : cas des plages de Kajaga et Nyamugari. Université du Burundi Dépôt. <https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/123>
- O, M., K, M., & W, R. L. M. (2015). Essential mineral content of common fish species in Chanoga, Okavango Delta, Botswana. *African Journal of Food Science*, 9(9), 480–486.
<https://doi.org/10.5897/ajfs2015.1307>
- Okito, G. M., Micha, J.-C., Habarugira, J. B., Ntakimazi, G., Muderhwa, V. N., Nzibonera, P. B., & Muhirwa, B. G. (2017). Socio-économie de la pêche artisanale dans les eaux burundaises du lac Tanganyika à Mvugo et Muguruka. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(1), 247. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v11i1.20>

- Öksüz, A., Küçükgülmez, A., Di ' Ler, A., Çeli, M., & Koyuncu, E. (2009). Research note: a comparison of the chemical composition of zander (sander lucioperca) living in different lakes of turkey. In *Journal of Muscle Foods* (Vol. 20).
- ONU. (2021). *Le rôle des produits alimentaires d ' origine aquatique dans une alimentation saine et durable* (Vol. 2, Issue 3).
- PAM. (2023). Etat de la sécurité alimentaire au burundi (Vols. 1–141).
- Pégorier, J. P., & Le May, C. L. (2003). Régulation de l'expression génique par les acides gras. *Nutrition Clinique et Metabolisme*, 17(2), 80–88. [https://doi.org/10.1016/S0985-0562\(03\)00027-X](https://doi.org/10.1016/S0985-0562(03)00027-X)
- Prato, E., & Biandolino, F. (2012). Total lipid content and fatty acid composition of commercially important fish species from the Mediterranean, Mar Grande Sea. *Food Chemistry*, 131(4), 1233–1239. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.110>
- Rahmdel, S., Farahbod, B., Mazloomi, S. M., Sagheb, M. M., Babajafari, S., & Abdollahzadeh, S. M. (2017). Dietary intake of phosphorous and protein in Shiraz, Iran: A comparison of three assessment methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 62, 177–183. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.05.012>
- République du Burundi. (2018). Plan National de Developpement du Burundi. 149. <http://www.presidence.gov.bi/wp-content/uploads/2018/08/PND-Burundi-2018-2027-Version-Finale.pdf>
- Rieu, D. (2012). Composition des poissons: Protéines, lipides, vitamine D, iode... *Archives de Pédiatrie*, 19(6 SUPPL. 1). [https://doi.org/10.1016/S0929-693X\(12\)71129-6](https://doi.org/10.1016/S0929-693X(12)71129-6)
- Roesel, K. (2018). Sécurité sanitaire des aliments et marchés informels : les produits d'origine animale en Afrique Subsaharienne. October 2016.
- Rukshana, K., Sharker, R., & Islam, S. (2023). Nutritional composition of available freshwater fish species from homestead ponds of Patuakhali , Bangladesh. *Food Chemistry Advances*, 3(September), 100454. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100454>
- Saulais, C. (2018). Calcium et magnésium dans l ' organisme humain : trois sites d ' action comparés ; ostéogénèse , fonction rénale , influx nerveux To cite this version : HAL Id : hal-01733898 soutenance et mis à disposition de l ' ensemble de la Contact : ddoc-theses-cont. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01733898v1>

- Sefc, K. M., & Sturmbauer, C. (2008). The Lake Tanganyika cichlid species assemblage : Recent advances in molecular phylogenetics The Lake Tanganyika cichlid species assemblage : recent advances in molecular phylogenetics. December, 4–20. <https://doi.org/10.1007/s10750-008-9552-4>
- Sheng, L., & Wang, L. (2021). The microbial safety of fish and fish products : Recent advances in understanding its significance , contamination sources , and control strategies. September 2020, 738–786. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12671>
- Shim, J. S., Kim, K. N., Lee, J. S., Yoon, M. O., & Lee, H. S. (2023). Dietary zinc intake and sources among Koreans: findings from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2016–2019. *Nutrition Research and Practice*, 17(2), 257–268. <https://doi.org/10.4162/nrp.2023.17.2.257>
- Shokunbi, O. S., Adepoju, O. T., Mojapelo, P. E. L., Ramaite, I. D. I., & Akinyele, I. O. (2019). Copper , manganese , iron and zinc contents of Nigerian foods and estimates of adult dietary intakes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 82(July), 103245. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103245>
- SINDAYIHEBURA Théophile. (2024). La pêche et les pêcheurs au Burundi : mobilités socio-économiques sur le littoral du lac Tanganyika , de Rumonge à Kabezi. Université du Burundi Dépôt. <https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/1002>
- T, T., & P, N. (2016). Analysis of Diet and Biochemical Composition of Nile Tilapia (*O. niloticus*) from Tekeze Reservoir and Lake Hashenge, Ethiopia. *Journal of Fisheries & Livestock Production*, 4(2). <https://doi.org/10.4172/2332-2608.1000172>
- Tenyang, N., Ponka, R., Tiencheu, B., Womeni, H. M., & Djikeng, F. T. (2016). Proximate Composition, Fatty Acid and Mineral Contents of Four Freshwater Fish from Maga Lake (Far North Region of Cameroon). *American Journal of Food Science and Technology*, 4(3), 64–69. <https://doi.org/10.12691/ajfst-4-3-2>
- Tsighe, N., Wawire, M., Bereket, A., Karimi, S., & Wainaina, I. (2018). Physicochemical and microbiological characteristics of fresh Indian mackerel, spotted sardine and yellowtail scad, from Eritrea Red Sea waters. *Journal of Food Composition and Analysis*, 70(May), 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.05.001>

- Unesco. (1995). Le rôle des écotones terre / eau sur la diversité biologique et les ressources du lac Tanganyika.
- Utomo, S. W., Rahmadina, F., Wispriyono, B., Kusnoputranto, H., & Asyary, A. (2021). Metal Contents of Lake Fish in Area Close to Disposal of Industrial Waste. *Journal of Environmental and Public Health*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6675374>
- Zacharie, M. (2020). Limnologie, pêche et pisciculture.
- Zhang, Z., Tang, H., Du, T., & Yang, D. (2024). The impact of copper on bone metabolism. *Journal of Orthopaedic Translation*, 47(June), 125–131. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2024.06.011>
- Zulu, J. C. A. F., Horion, A. C. C. A. S., Cornet, A. J. D. A. Y., & Andre, J. N. A. E. D. A. L. (2009). *Limnological variability and pelagic fish abundance (Stolothrissa tanganicae and Lates stappersii) in Lake Tanganyika*. 117–134. <https://doi.org/10.1007/s10750-009-9701-4>

ANNEXE

Questionnaire d'enquête sur le poisson

Date de l'enquête : _____ / ____ / 2022

N° de l'enquête :

Province :

Commune :

Plage :

1. Genre du répondant

Féminin ☐ Masculin ☐

2. Age du répondant

15-25	26-35	36-45	46-55	56-65	61-65	66-75	76-85	85-

3. Taille du ménage : Quelle est la taille de votre ménage ?

4. Quel est votre métier?

Pêcheur	Patron Pêcheur	Commerçant(e)	Cultivateur	Chauffeur	Autres	Sans

5. Mangez-vous du poisson ? ouiNom.....

6. Entre la viande et le poissons lequel tu préfères que l'autre ? Viande.....Poissons.....
pourquoi?.....

Si oui, pour la ou lesquelles des raisons suivantes ?

Alimentation équilibrée	Plaisir	Goût	Habitude alimentaire	Manque d'alternatif	Autres

Contribution à l'étude de la composition nutritionnelle des poissons du lac Tanganyika. Cas de *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum*

7. A) Citez les poissons que vous connaissez, B) combien de fois les consommer

	Semaine	Mois	Année
1			
2			
3			
4			

8. Où achetez-vous le poisson ?

Plage	Marché	Poissonnerie	Plusieurs lieux d'achat	Vous pêchez vous-même	Autres
					

9. D'où vient habituellement le poisson frais que vous cuisinez ? quelle est votre source d'approvisionnement (en poisson) la plus fréquente ?

.....

10. Quelle le prix de poissons consommez-vous par jour

1000	2000	3000	4000	5000	10000	12000	14000	16000	18000	20000

11. Parmi les poissons que vous consommez, comment vous les traiter avant la consommation ou pour la conservation ?

12. Techniques de conservation du poisson : artisanales..... modernes.....

13. Unité de mesure : Caisses, sceau,

.....

14. Quels sont les poissons les plus délicieux ?

1.....2.....3.....4.....
 5.....6.....7.....8.....
 9.....10.....11.....12.....

15. Quels sont les espèces de poisson les plus pêchées sur la plage proche de vous ? Par ordre de grande quantité

1.....2.....3.....4.....
 5.....6.....7.....8.....
 9.....10.....11.....12.....

16. Lesquelles des espèces sont faciles à pêcher (par ordre) ?

1.....2.....3.....4.....
 5.....6.....7.....8.....
 9.....10.....11.....12.....

17. Quelles sont les types de pêche les plus pratiquées ?

.....

18. Quelle est le type de pêche le plus rentable ?.....

19. Quels sont les outils de pêche ?

.....

20. Quelles sont les sortes de bateaux pour la pêche que vous connaissez ?

.....

21. Laquelle de ces bateaux est la plus utilisée ?.....

22. Organisation de la pêche (en heure)

Type de pêche	Départ	Pêche	Retour	Nbre de caisses

23. Quelle est la période la plus rentable pour la pêche ? :.....

24. La gestion du poisson capturé ?

Vente	Consommation direct	Transformation avant-vente	Transformation avant consommation ?	Autres
				

*Contribution à l'étude de la composition nutritionnelle des poissons du lac Tanganyika. Cas de *Lucioides stappersii* et *Trematocara marginatum**

25. Combien de caisses que vous vendez ici au Burundi.....celles vendu à l'extérieur

26. Prix du poisson au bateau

Poissons	Prix par caisse	Nbre de caisse par prise

27. Quel est votre revenu mensuel ? (Journalier? ou hebdomadaire?)

5000-20000	20000-40000	40000-50000	500000-100000	Autres
				

28. Comment jugez-vous votre métier de pêche ?

Très rentable	Normal	Non rentable	À recommander aux autres	Une occupation simplement	
					

29. Votre demande de poissons est-elle

Supérieure à l'offre	Inférieure à l'offre	Plus ou moins égale	
			

30. Quels sont les problèmes que les pêcheurs rencontrent ?

.....
.....

Quels sont les problèmes que les vendeurs rencontrent ?.....

.....

Quels sont les problèmes que les consommateurs rencontrent ?.....

.....

.....